



EESTI MAAÜLIKOOL
Metsandus- ja maaehitusinstituut

Hendrik Park

**ÜHTNE INFOKESKKOND PROJEKTEERIMISPROTSESSI
LÄBIVIIMISEKS – INFOTEHNOLOOGILINE VAADE**

**COMMON DATA ENVIRONMENT FOR PROJECT DELIVERY
– INFORMATION TECHNOLOGY PERSPECTIVE**

Magistritöö
Maaehituse õppekava

Juhendaja: lektor Kaarel Sahk, MSc

Tartu 2018



| | | | |
|---|---------------|---------------------------|------------|
| Eesti Maaülikool | | Magistritöö lühikokkuvõte | |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 51014 | | | |
| Autor: Hendrik Park | | Õppekava: Maaehitus | |
| Pealkiri: | | | |
| Ühtne infokeskkond projekteerimisprotsessi läbiviimiseks – Infotehnoloogiline vaade | | | |
| Lehekülgi: 101 | Jooniseid: 49 | Tabeleid: 0 | Lisaid: 10 |
| Osakond / Õppetool: | | | |
| Metsandus- ja maaehitusinstituut / Maaehituse ja veemajanduse õppetool | | | |
| ETIS-e teadusvaldkond ja CERC S-i kood: | | | |
| Tsiviilehitus, Hüdrotehnoloogia, Avameretehnoloogia, Pinnasemehhaanika (T220) | | | |
| Juhendaja(d): Kaarel Sahk | | | |
| Kaitsmiskoht ja -aasta: Tartu, 2018 | | | |
| <p>Ehitussektor on üks kõige vähem digitaliseeritud valdkondadest ning seejuures pole ka selle produktiivsus juba aastakümneid tõusnud. Kaasaegsetel digitaalsetel põhimõtetel korraldatav koostöö võiks aidata selles efektiivsust tõsta.</p> <p>Magistritöö eesmärk on tutvustada projekteerimisettevõtte tarbeks ühtse infokeskkonna loomise infotehnoloogilist tausta; luua seda teostada võimaldava keskkonna prototüüp.</p> <p>Teoreetilise tausta tutvustamiseks annab autor kirjanduse põhjal ülevaate ühtse infokeskkonna ja BIM põhimõtetest. Praktilises osas analüüsib Digitaalehituse klastris teostatud tarkvarade uuringu andmeid, saamaks ülevaadet nende integreeritavusest. Autori magistritöö raames osaleti Garage48 häkatonil, mille käigus loodi ka CDE keskkonna prototüüp - Novateam</p> <p>Efektiivse ühiskoostöö teostamine on kõikide edukate projekteerimistöode üheks põhialuseks. Ka Eestis tuleks riiklikult paika panna ehitusvaldkonnas ühiskoostöö teostamise põhimõtted.</p> | | | |
| Märksõnad: ehitusinformatsiooni haldamine mudelis, BIM, ühtne infokeskkond, CDE, projekteerimine | | | |

| | | | |
|---|-------------|-------------------------------|----------------|
| Estonian University of Life Sciences | | Abstract of Master's Thesis | |
| Kreutzwaldi 1, Tartu 51014 | | | |
| Author: Hendrik Park | | Curriculum: Rural engineering | |
| Title: Common Data Environment for project delivery – Information Technology perspective | | | |
| Pages: 101 | Figures: 49 | Tables: 0 | Appendixes: 10 |
| Department / Chair: | | | |
| Institute of Forestry and Rural Engineering / Chair of Rural Building and Water Management | | | |
| Field of research and (CERC S) code: | | | |
| Civil engineering, hydraulic engineering, offshore technology, soil mechanics (T220) | | | |
| Supervisors: Lecturer Kaarel Sahk | | | |
| Place and date: Tartu, 2018 | | | |
| <p>Construction sector is one of the least digitalized sectors with flat or falling productivity rates. Digitalization and innovative collaboration solutions would help to improve it.</p> <p>The purpose of Master's Thesis is to introduce the principles of Common Data Environment (CDE) for a design bureau while focusing on information technology solutions and creating a CDE prototype for that.</p> <p>Theoretical part gives an overview of Building Information Management (BIM) and CDE literature. Practical part presents software analysis which is based on Digital Construction Clusters' materials. The aim of the analysis is to get an overview of the use of various possibilities to integrate different softwares to CDE environments. The author also participated in the Digital Construction Hackathon "Garage 48" where Novateam's prototype of CDE platform for project delivery was established.</p> <p>Co-operation is fundamental for successful project delivery and therefore national regulations for construction sector should be made in the Republic of Estonia.</p> | | | |
| Keywords: Building Information Management, BIM, Common Data Environment, CDE, designing | | | |

SISUKORD

| | |
|---|----|
| TERMINID JA AKRONÜÜMID | 6 |
| SISSEJUHATUS | 8 |
| 1. ÜHTSE INFOKESKKONNA TEOREETILINE KÄSITLUS | 11 |
| 1.1. Koostöö korralduse teoreetiline taust | 11 |
| 1.2. Digitaalehitus Eestis | 14 |
| 1.3. Ehitusinformatsiooni haldamine mudelis (BIM) | 18 |
| 1.4. Ühtne infokeskkond (CDE) | 23 |
| 1.4.1. Üldpõhimõtted | 23 |
| 1.4.2. Euroopa Liidu soovitusel digitaalehituse ühiskoostöö põhimõtetes | 26 |
| 1.4.3. Erinevate Euroopa riikide BIM rakenduskavad ühiskoostöö korraldusest | 32 |
| 1.4.4. Ühtse infokeskkonna loomise praktilised soovitusel | 38 |
| 1.4.5. Rakendamise hinnangud | 40 |
| 1.5. Ühtse infokeskkonna loomise infotehnoloogiline taust | 42 |
| 1.5.1. Üldpõhimõtted | 42 |
| 1.5.2. Erinevate infokeskkondade omavaheline integratsioon | 43 |
| 1.5.3. Ühtsed infokeskkonnad ja universaalsed pilvepangad | 45 |
| 1.5.4. Infovahetuse korralduse tehnilised võimalused | 48 |
| 1.5.5. Tarkvarad ja nende ökosüsteemid | 55 |
| 1.5.6. Riistvara | 64 |
| 2. LÄHTEMATERJALID JA METOODIKA | 65 |
| 2.1. Tarkvarade analüüsi läbiviimine | 65 |
| 2.2. Ühtse infokeskkonna prototüübi lähteülesanne | 67 |
| 3. TULEMUSED JA ARUTELU | 71 |
| 3.1. Tarkvarade analüüsi tulemused | 71 |
| 3.2. Ühtse infokeskkonna prototüüp | 74 |
| 3.2.1. Garage48 häkaton ja idee valideerimine | 74 |
| 3.2.2. Põhimõtteline ja infotehnoloogiline visioon | 75 |
| 3.2.3. Novateam – ühtse infokeskkonna prototüüp | 79 |
| KOKKUVÕTE | 82 |
| KASUTATUD KIRJANDUS | 84 |

| | |
|--|-----|
| LISAD | 90 |
| LISA 1 – Digitaalehituse klatri analüüsitavate tarkvarade nimekirja väljavõte..... | 91 |
| LISA 2 – Digitaalehituse klatri tarkvarade funktsionaalsuse andmetabeli väljavõte... | 92 |
| LISA 3 – Garage48 eelselt meeskonna ideed tutvustav graafiline eskiis | 93 |
| LISA 4 – Garage48 eelselt meeskonna ideed tutvustav reklaamtekst | 94 |
| LISA 5 – Garage48 eelselt koostatud Novateam müügikõne | 95 |
| LISA 6 – Novateam funktsionaalsus (projekteerija avaleht) | 96 |
| LISA 7 – Novateam funktsionaalsus (ehitaja avaleht) | 97 |
| LISA 8 – Novateam funktsionaalsus (protokolli loomise keskkond) | 98 |
| LISA 9 – Garage48 lõpukõne Novateam prototüübi esitlemiseks | 99 |
| LISA 10 – Garage48 ürituse fotod..... | 100 |

TERMINID JA AKRONÜÜMID

Andmevahetus (*data exchange*) - andmete liikumine tarkvararakenduste vahel, kasutades selleks üldjuhul andmefaile.

Andmevahetusformaad (*data exchange format*) - tarkvara poolt loetav formaat andmetele nende salvestamiseks, vastuvõtmiseks, edastamiseks ja arhiveerimiseks.

API (*Application Programming Interface*) - programmiliides, eri tarkvarade vahelise selgelt määratletud sidevahendite kogum.

Avatud andmevahetusformaadis mudel (*open data exchange model*) - avatud andmevahetusformaadis mudel, näiteks IFC-mudel.

BCF (*BIM Collaboration Format*) - BIM koostööformaad. Avatud failiformaad, mis võimaldab vahetada erinevate BIM tarkvarade vahel projekti koordineerimise informatsiooni.

BEP (*BIM Execution Plan*) - BIM rakenduskava, BIM projekti rakenduskava, projektispetsiifilist BIM kasutust kirjeldav dokument.

BIM (*Building Information Management, Building Information Model, Building Information Modelling*) - ehitusinformatsiooni haldamine, mudel, modelleerimine.

CDE (*Common Data Environment*) – ühtne digitaalne infokeskkond. Kindlate protsessidega juhitud informatsioonikeskkond informatsiooni vahetamiseks, haldamiseks ja juhtimiseks projekti osapoolte vahel.

Ehitusinformatsiooni haldamine mudelis (*building information management, BIM*) - tegevus, mille eesmärk on organiseerida ja kontrollida äri- ning ehitusprotsesse ehitise eluea kõigis etappides, kasutades selleks ehitusinformatsiooni mudeleid.

EIR (*Employer's Information Requirements*) - tellija lähteülesannet kirjeldav dokument.

IFC (*Industry Foundation Classes*) - buildingSMART-i andmestandard ning sellel põhinev objektipõhine andmevahetuse failiformaat. Tavapäraselt mõeldakse selle all avatud failiformaadis ehitusinfo mudelit.

Informatsioonivahetus (*information exchange*) - BIM protsessis informatsiooni üleandmine ühelt osapoolelt teisele. Osapooled peavad kokku leppima ja aru saama, millist informatsiooni on vaja vahetada.

Koondmudel (*coordination model, federated model, merged model*) - mudel, mis koosneb eri projekteerimisvaldkondade mudelitest (arhitektuur, konstruktsioon, tehnosüsteemid jne).

Koostalitlusvõime (*interoperability*) - arvutiprogrammide võime vahetada, jagada ja kasutada toodete/projektide digitaalseid andmeid projektides üle kogu ehitise ja ehitise informatsiooni elukaare.

Metaandmed (*metadata*) - informatsioon andmete kohta, sealhulgas andmeelemendi formaat, millisel rakendussüsteemil see on, kus asub ning kuidas seda peaks kasutama.

Originaalformaat (*authoring/native format*) - tarkvara algne formaat, milles mudel või joonis on loodud.

Originaaltarkvara (*authoring tool/software*) - tarkvara, milles modelleeritakse projektlahendus ning milles on hiljem võimalik projektlahendust muuta.

Pilveteenus (*cloud service*) - internetiga ühendatud arvuti andmevaramu (suure andmehulga ladustamine/töötlemine), mis on eraldiseisev kasutaja arvutist. Pilves asuv sisu võib aga olla peegeldatud konkreetsesse arvutisse.

Projektipank / andmehoidla (*project repository*) - andmepank failide hoiustamiseks, lisafunktsioonideta.

WIP (*work in progress*) – töösolev protsess, dokument, fail, mudel.

Terminite ja akronüümide juures on võimalusel lähtutud EVS 928:2016 välja toodud kirjeldustest. (Eesti Standardikeskus, 2016)

SISSEJUHATUS

Ehitusvaldkonnas on vajadus ühtse digitaalse infokeskkonna (CDE) ja selles ühiskoostöö teostamise teoreetilise tausta uurimise vastu suur, kuna mitmed valdkonnaalased aruanded¹ tuvastavad tänases ehitusprotsessis süsteemseid puudujääke – ebapiisav koostöö korralduse kvaliteet, alainvesteeringud tehnoloogiasse ja arendustegevusse ning kehv informatsiooni haldus. Eelpool nimetatud puudujäägid väljenduvad kokkuvõttes madalamas tootlikkuses ning kõrgemas finantsilises riskis, mille tulemuseks on omakorda ootamatud ülekulud. Sellist olukorda võivad põhjustada eelkõige viimase hetke projekti muutused ja muudatuste tõttu paratamatult kaasnenud hilinebised. (EU BIM Task Group, 2017 lk 8)

Tulenevalt eelpool kirjeldatust ja tuginedes magistritöö autori senisele viieaastasele töökogemusele nii ehitusjuhi kui ka projekteerimise projektijuhina, tõdeb autor, et Eestis ei ole ühtse infokeskkonna rakendamine projektides tavapärane - üheski ühtse infokeskkonna põhimõtteid rakendavas projektis ei ole magistritöö autor osalenud. Sellest tulenevalt on töö eesmärgiks kokku koguda sellekohane parim maailmapraktika ning anda neist põhimõtteid kirjeldav ülevaade koos täiendavate IT-tehniliste nüanssidega. Magistritöö praktilise osa tulemusena valmib ühtset infokeskkonda luua võimaldava platvormi prototüüp.

Magistritöö tutvustab ühtses digitaalses infokeskkonnas koostöö korraldamise põhimõtteid, võttes selle loomisel keskmeks üldehituse valdkonnas tegutseva projekteerimisega tegutseva ettevõtte, keskendudes seejuures põhjalikumalt just ühiskoostöö tegemise võimaldamiseks vajaminevatele infotehnoloogilistele lahendustele.

Magistritöö koosneb kirjanduse ülevaatest ja analüüsist ning sellega seotud kaheosalisest praktilisest osast:

Kirjanduse ülevaate ja analüüsi eesmärk on anda ülevaade kaasaegsetest infotehnoloogilistest lahendustest ühtse infokeskkonna loomiseks.

¹ BCG, “Digital in Engineering and Construction”, 2017; Economist Intelligence Unit, “Rethinking productivity across the construction industry”, 2016; UK NAO, “Modernising Construction”, 2001

Selle tarbeks tutvustatakse BIM ja CDE põhiprintsiipe, kirjeldatakse nendevahelisi seoseid ning antakse ülevaade nende tarkvara-tehnilistest ja -riistvaralistest lahendustest. Põhiliselt keskendub autor ühtse infokeskkonna ja koostöö infotehnoloogilistele põhimõtetele, tutvustades lühidalt projektipõhiseks mudelikoostööks vajalikke põhimõtteid, nagu näiteks projektipõhiselt EIR ja ka BEP kaasamisi ning muid ühiskoostöö korralduseks olulisi lepingulisi ja põhimõttelisi aspekte.

Töö teoreetilisse ossa kaasatakse maailmas erinevate BIM juurutamisel silmapaistvamate² riikide teemakohased mudeli ja ühiskoostöö teostamise põhimõtete info- ning juhendmaterjalid, aga ka muud erialaselt olulisemaid teabeallikaid ja praktikad. Samuti on kaasatud neid põhimõtteid juba rakendanud riikides läbi viidud senise kogemuse uuringute tulemusi.

Teoreetilise tausta ja tänaste probleemide tunnetamiseks andis sisendit ka magistritöö autori tööandja juures toimunud korduvad uue projektipanga ja sellega seotud koostöökeskkonna loomise vajaduse ja sellele lahenduse otsimise teemalised koosolekud.

Praktilise osa esimeses etapis on eesmärk teostada Digitaalehituse klatri³ töötoas kogutud ehitusvaldkonna elukaares kasulikud olla võivate/kasutatavate tarkvarade funktsionaalsusi kirjeldavate andmete baasilt tulemuste analüüs ja kirjeldus, et leida võimalusi tarkvarade kaasamiseks/integreerimiseks ühtsesse infokeskkonda.

Lähteinfoks on Digitaalehituse klatri VDCM tööühma⁴ Tarkvarade funktsionaalsuste kaardistamise töötoa raames koostatud andmetabel. Magistritöö autor oli ka töötoa tegevuste põhiline koordinaator.

Praktilise osa teine pool ja seejuures ka magistritöö põhimõtteline lõppeesmärk on konkreetse CDE keskkonna prototüübi loomine, lähtudes eelkõige teostatud kirjanduse ülevaatest ja selleks sidustatavate tarkvarade analüüsist. Eesmärk on luua keskkond, kasutades olemasolevaid tehnoloogiaid, vajadusel neid kohendades ehitusvaldkonna

² Global BIM REPORT - Lessons for Ireland's BIM Programme (2017)

³ Digitaalehituse klaster (e-difice.com)

⁴ Digitaalehituse klatri VDCM tööühm - Uute virtuaalsete ehitus-, -projekteerimise, ja -halduse toodete väljatöötamise tööühm. Tarkvarade funktsionaalsusi kaardistava andmetabeli koostaja.

spetsiifikat arvestavaks, sealhulgas ka leida sellesse juba kasutatavate erialatarkvarade liidestuste võimalusi. Prototüüp luuakse magistritöö raames Garage48 Digitaalehituse häkatoni⁵ ajal.

Magistritöö käigus kogutud parimate maailmapraktikate info ja CDE prototüübi loomise käigus saadavate praktiliste kogemuste baasilt on magistritöö autori tööandja ettevõttes kavas prototüübist reaalselt välja arendada projektipõhist ühiskoostööd teostada võimaldav tarkvaralahendus.

Autor tänab lisaks oma juhendajale ka vajadusel sisulistes küsimustes konsulteerinud Aivars Alti (Tallinna Tehnikakõrgkool). Täiendavalt märgiks autor ära ka Digitaalehituse klatri, häkatoni aegse Novateam meeskonna ning autori kolleegid ettevõttest Novarc Group AS.

⁵ Garage48 Digital Construction hackathon (6-8. aprill 2018)

1. ÜHTSE INFOKESKKONNA TEOREETILINE KÄSITLUS

1.1. Koostöö korralduse teoreetiline taust

Koostöö korraldus mängib keskset rolli ehitussektori efektiivsuse tõstmisel. Viimase kahekümne aasta jooksul on ehitussektori aastane produktiivsuse määr⁶ tõusnud aga ainult 1% võrra. Ehitussektor on üks kõige vähem digitaliseeritud valdkondadest ja on seejuures produktiivsuse määralt kas stabiilne või pigem hoopis langeva tendentsiga⁷. Uuringute⁸ järgi oleks ehitussektori digitaliseerimine majanduslikult kasulik, kuna näiteks suuremate projektide käigus hoitaks ehitus- ja halduskulude arvelt kokku vahemikus 10-20%. Isegi kui kasutada madalamat hinnangut, siis 10% korral võiks ehitusinfo modelleerimise (BIM) kasutuselevõtt tähendada ehitussektorile selle digitaliseerimise murdepunkti, mille abil võiks Euroopa aastas säästa 130 miljardit eurot. (EU BIM Task Group, 2017 lk 8)

Riiklik ehitussektor on majandusele strateegiliselt tähtis sellesse kasumi ja töökohtade loomisel, aga ka olemasoleva taristu ülalpidamisel. Euroopa Parlamendi 2017. aasta aruande⁹ järgi oli ehitussektori kasum 1,3 triljonit eurot, mis on umbes 9% piirkonna sisemajanduse koguproduktist, seejuures andis ka tööd rohkemale kui 18. miljonile inimesele. (EU BIM Task Group, 2017 lk 8)

Koostöö on kõikide edukate ettevõtmiste aluseks ja „koos töötamine kombineeritult erialase intellektuaalse pingutusega“ on täpselt see, millega arhitektid, insenerid, ehitajad ja ehitusvaldkonnaga seotud teised osapooled tegelevad, et viia projekteeritav edukalt edasi ehitusfaasi. Viis, milles me koostööd teeme, on muutumas jooniste baasilt koostööst 3D kaasabil korraldatavaks digitaalseks ühiskoostööks. Me ehitame asju kaks korda - esimesel korral virtuaalselt ja alles teisel korral tegelikkuses. Ühiskoostöö teostamisest tekkida võiv protsess on sarnane BIM omaga – ka ühiskoostöö järgib 360 kraadist ringi, alustades ja

⁶ McKinsey Global Institute, “Reinventing Construction: A Route to Higher Productivity”, February 2017

⁷ Accenture, Demystifying Digitization, 2016

⁸ BCG, “Digital in Engineering and Construction: The Transformative Power of Building Information Modeling”, 2017

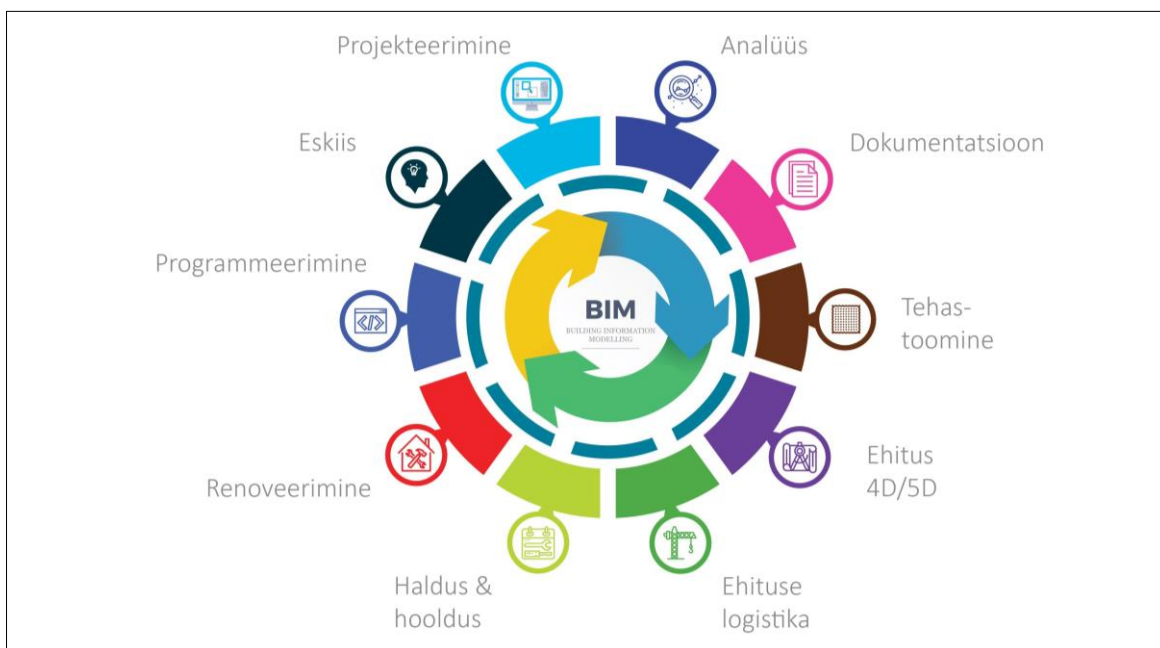
⁹ FIEC, Annual Report, 2017 and European Commission

lõpetades kliendiga ja nii nagu ka BIM protsess, iga projekterija ja ehitaja võib suurenenud tootlikkuse läbi tänu koosloome protsessi parenenud efektiivsusele. (Jowett, 2013)

Ühtne infokeskkond ehk CDE on koht, kus projektimeeskond jagab konkreetse projektiga seotud olulist informatsiooni, mis seeläbi võimaldab selle muutumist üheks keskseks tõellikaks - kogu info viitaks alati vaid ühele konkreetsele allikale. (Stefan Mordue, 2015 lk 108)

On üldteada, et tehnoloogia, digitaalsete protsesside, automatiseerimise ning kõrgema kvalifikatsiooniga töötajate laialdasem kasutamine aitab oluliselt kaasa majanduslikule, sotsiaalsele ja keskkonnavalasele arengule. Ka on teada see, et BIM väärtus ei piirne üksnes selles oleva geomeetrilise infoga, pigem on hoopis olulisemaks sellesse kaasatud täiendav teave. Seetõttu BIM rakendamise edukus sõltubki sellest, kuidas selle teabe abil koostööd korraldatakse. (ADEB-VBA, 2015 lk 14)

Koostöö teostamine on see, kui projektiga (Joonis 1) seotud osapooled teevad koos tööd ühe konkreetse eesmärgi saavutamiseks. Infotehnoloogia rakendamine ja seejuures just BIM kasutuselevõtt oleksid need abivahendid, mis võimaldaksid luua projektiloomeks ühtse infokeskkonna ja automatiseerida selles toimuvaid tegevusi. (ThoughtFarmer, 2018)



Joonis 1. BIM kui projekterimise, ehitamise ja hoone hilisema halduse kese (N.J.H CAD services LTD, 2018).

Hoone elukaare üleselt ühiskoostööle terviklik lähenemine (Joonis 1 ja Joonis 2) eeldab sellele konkreetsete eesmärkide seadmist ning nende alusel paika pandavate reeglite jälgimist, kasutades selleks seejuures parimaid teadaolevaid praktikaid ning tehnoloogilisi lahendusi. Ehitusinfomudel on nii hea, kui kvaliteetne on informatsioon, mida see endas edasi kannab ja kui efektiivne on viis, kuidas selle abil infovahetust korraldatakse.

Üha enam töötavad organisatsioonid uutes koostöökeskkondades, et saavutada kõrgemaid kvaliteedistandardeid ja suuremat olemasolevate teadmiste ja kogemuste taaskasutust. Selliste koostöökeskkondade peamiseks kasuteguriks on võime suhelda, taaskasutada ja jagada andmeid efektiivselt ilma kaota, vastuoluta või valesti tõlgendamiseta. Igal aastal kulutatakse arvestataval hulgal ressursse mittestandardsetele andmetele paranduste tegemiseks, uue personali koolitamiseks heakskiidetud andmeloome tehnikates, alltöövõtjate töö koordineerimiseks ja andmete reproduktsiooniga seotud probleemide lahendamiseks. (BSI, 2018 lk 1)



Joonis 2. Projektiloomel eesmärkide ja koostööreeglite seadmine (Building and Construction Authority, 2017).

Saavutamaks ka reaalseid edasiminekuid ehitusvaldkonna efektiivsuses, peavad nii projekteerimise- kui ka ehitusvaldkonna ettevõtted muutma nii oma juhtimise põhimõtteid, selles osalevate inimeste kompetentse kui ka nende poolt tööks kasutatavat tehnoloogiat. Ei piisa vaid nende tegurite ükshaaval parendamisest – leida tuleb viis nende kompleksel kujul rakendamiseks ja toimima saamiseks. Kui eelnevad põhimõttelised eeldused on täidetud ja need töötavad harmoonias, võib efekt olla oluliselt suurem kui nende tähtsate komponentide eraldiseisvalt hinnatav lõpptulem võiks esmapilgul paista. (KPMG, 2017 lk 1)

1.2. Digitaalehitus Eestis

Eestis toimib tegus digitaalehituse kogukond ja digitaalehitus areneb kiiresti. Märksõnadeks on e-ehitus ja BIM. (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018)

BIM kasutamine on Eesti ehitussektoris tõusnud järsult viimase kümne aasta jooksul. Üks avalike hangete tegija, Riigi Kinnisvara, ja mitmed suuremad ehitusfirmad ja edumeelsemad projekteerijad on arendanud omaenda firmasiseseid BIM standardeid ja kompetentse, et suurendada oma ettevõtte sisest tootlikkust - erasektoris loodi selle läbi endale ka turueelist. Ettevõtted olid välja arendanud oma isiklikke lähenemisi ja standardeid, aga ükshetk saadi aru, et edasine produktiivsuse kasv selles killustatud ja mittestandardse lähenemisega turul oleks piiratud. Selleks, et ka riiklikult juhtida BIM kasutuselevõttu, moodustati eraettevõtteid ühendav klaster - Digitaalehituse klaster. Erasektori pingutusi BIM kasutuselevõtmiseks saab aga vaadata kui olulist esimest sammu riikliku BIM strateegia loomisel. (EU BIM Task Group, 2017 lk 33)

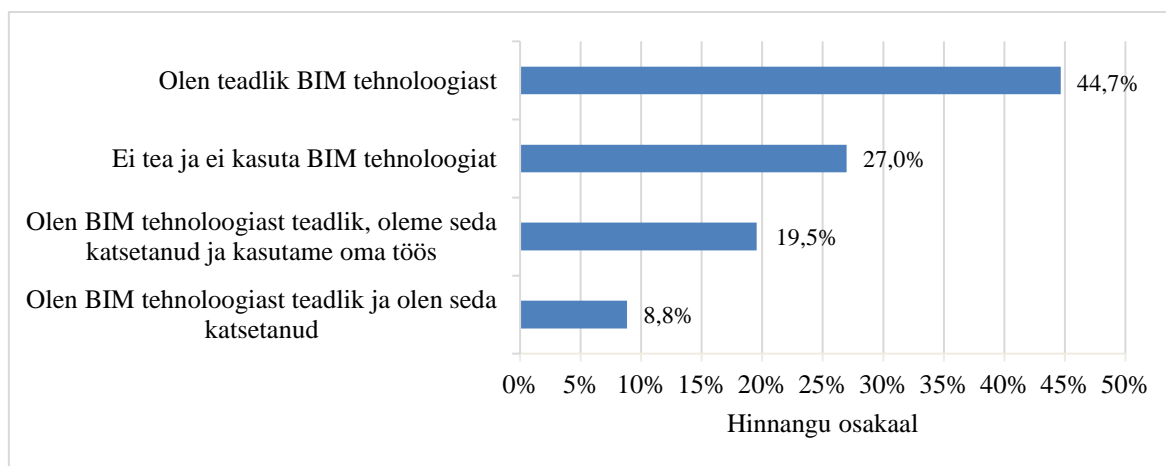
Kuna Eesti ehitusturu maht on suhteliselt väike, ligikaudu 2,6 miljardit eurot aastas, on selle võimekus iseseisvaks innovatsiooniks paratamatult ka piiratud. Seetõttu võttis riik 2017. aastal vastu otsuse panustada ka ise digitaalehituse arengusse. MKM¹⁰ eestvedamisel loodi avaliku sektori tellijate BIM tööühm, kellest aktiivseim on infraBIM töögrupp, kuhu on koondunud muuhulgas Maanteeamet, Rail Baltic, Tallinna Sadam, Tallinna linn, Edelaraudtee ja ka teised avaliku sektori tellijad. Hoonete BIM alane tegevus on aga rohkem koondunud Digitaalehituse klastrisse. 2017. aastal otsustas Eesti riik info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) arenguprogrammi raames panustada BIM-projekti 1,5

¹⁰ Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

miljonit eurot aastateks 2019-2020. Programmi viiakse ellu tihedas koostöös erasektoriga. (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018)

Digitaalehituse juurutamise kaugem eesmärk on Eesti ehitussektori tootlikkuse tõus Euroopa tasemele aastaks 2030, mis tähendaks praegusega võrreldes orienteeruvalt kahekordset kasvu. Täna sed numbrid ehk ehituse lisandväärtus eurodes töötaja kohta aastas: Eesti 19 800, EU keskmine 43 000, Soome 51 100, Rootsi 56 400. (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018)

Usesoft AS poolt 2016. aastal läbi viidud veebiküsitlus uuris ehitusvaldkonna ettevõtete BIM alase teadlikkuse kohta (Joonis 3).



Joonis 3. Hinnake oma kokkupuudet BIM tehnoloogiaga. Vastajaid kokku 215 – 100%. (Usesoft AS, 2016).

Tulemustest selgub, et peaaegu pooled vastanutest on BIM tehnoloogiast teadlikud, viiendik vastanute koguarvust kasutab seda ka oma töös.

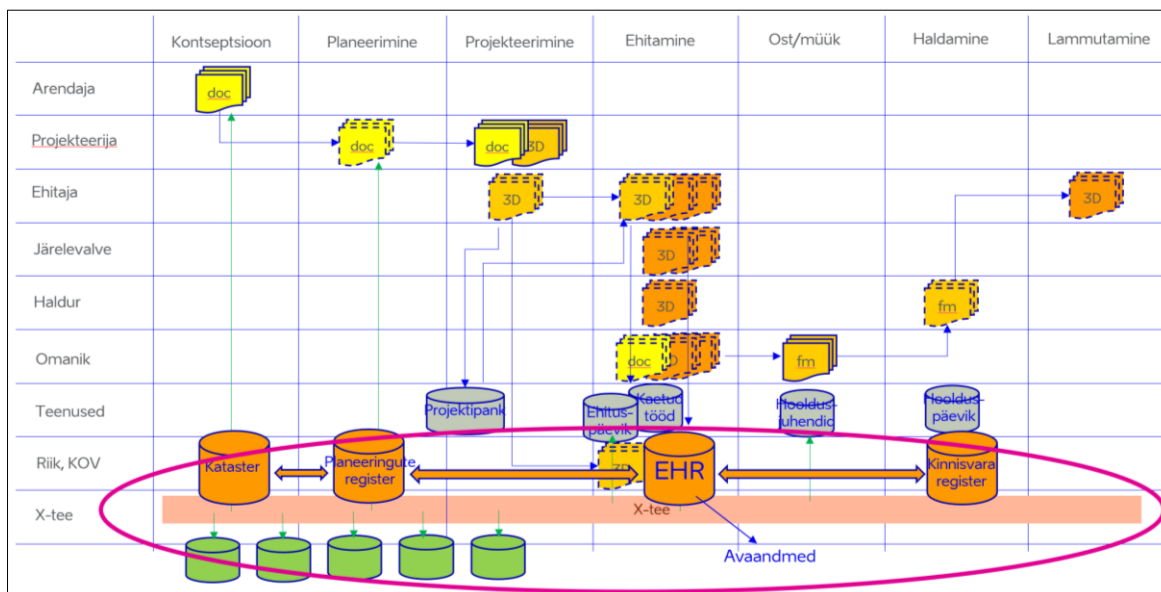
Eestis asuvad digitaalehituse initsiatiivgrupid ja nende põhilised eesmärgid

Majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi üheks eesmärgiks on juhtida ja koordineerida Digitaalehituse klatri, avaliku sektori tellijate BIM tööühma, erialaliitude ja ka kõrgkoolide koostööd digitaalehituse edendamiseks. Muuhulgas on riik avanud digitaalehituse projekti, mille kaudu suunatakse esmakordselt Eestis riigieelarve raha selle valdkonna arendamisse. Võrreldavat panust oodatakse aga ka ehitussektorilt endalt. (Jüri Rass, 2017)

Seatud suuremad eesmärgid (Jüri Rass, 2017):

E-ehituse visiooni ja platvormi loomine - aitamaks luua korrastatud süsteem (Joonis 4), kus kõik asjaosalised saaksid teha koostööd ning vahetada informatsiooni nii era- kui ka avalikus

sektoris, aga ka erasektori ja avaliku sektori vahel kuni ehitusregistri süsteemi uuendamiseni välja.



Joonis 4. EHR ja e-ehituse visioon (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018).

Keskel kohal oleks EHR¹¹, mille tänapäevastele nõudmistele ja võimalustele vastavaks viimise kaasabil saaks luua ka tervikliku e-ehituse keskkonna (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018). Selleks, et lõpuks Ehitusregistrisse jõudvad andmed oleksid kvaliteetsed, tuleb paika panna põhimõttelised reeglid ning luua toimiv süsteem nende abil igapäevaseks tööde korraldamiseks, alustades ehitiste planeerimisest kuni ehitamise- ja halduseni välja.

Koostöö käivitamine Põhjamaadega – muuhulgas on eesmärgiks nendega ühtsetel printsiipidel digitaalehituse arengusuuna väljaarendamine.

Koostöö aktiveerimine ja korraldamine Eestis – Digitaalehituse klasteri ja BIM tööühma kaasabil korrastada digitaalehituse alused, luua muuhulgas keskne veebileht, kuhu koonduks kogu info BIM ja ehituse digitaliseerimisest üldiselt.

Klassifikatsioonisüsteemi väljatöötamine koos Põhjamaadega – klassifikatsioon on kui digitaalehituse ühine keel, mis seejuures aitaks tagada, et nii arhitektid, insenerid, ehitajad, materjalitootjad, masinad ja ka robotid saaksid üksteisest ühtmoodi aru.

¹¹ EHR - Ehitusregister

Juhendite, standardite ja tegevuste nimekirjade korrastamine – alus järjepideva arengu baasi loomiseks.

Ideekorje häkatonide korraldamine - kaasamaks huvigruppe ja kõrgkooli ning muutmaks ehitus põnevamaks ka noorele, kellele meeldivad tänapäevased digitaalsed lahendused. Esimene ideekorje häkaton, Garage48 Digitaalehitus, toimus 6-8. aprill 2018 Tallinna Tehnikaülikoolis.

Digitaalehituse klatri eesmärk on huvigruppide vahelise koostöö parendamine ja info- ning kommunikatsioonitehnoloogia abil Eesti ehitussektoris paradigma muutuse läbiviimine, milles olulisel kohal oleks praeguste äritavade ja -mudelite muutmine. Lisaks ka ehituskeskkonna loomine, kus kesksel kohal oleks erinevate osapoolte vaheline koostöö terve ehitise elukaare vaates – idee selle sünnist realiseerimiseni.

Digitaalehituse klatri liikmed on erinevad kinnisvaraarendajad, arhitektid, insenerid, konsultandid, ehitajate ja ehituskorralduse esindajad, kinnisvara omanikud, IT tarkvaraarendajad ehitusvaldkonnas, kõrgkoolid, kompetentsikeskused ja omavalitsused (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Digitaalehituse klatri projekti kaasrahastab Euroopa Regionaalarengu Fond meetme „Klastrite arendamise toetamine“ raames (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Riigi Kinnisvara lööb riikliku tellijana aktiivselt kaasa digitaalehituse arendustegevuses, lõppeesmärgiga saada oma portfelli funktsionaalsemad ja madalama elukaare kuludega hooned ning tagada seeläbi maksumaksja raha targem kasutamine (Ader, 2018).

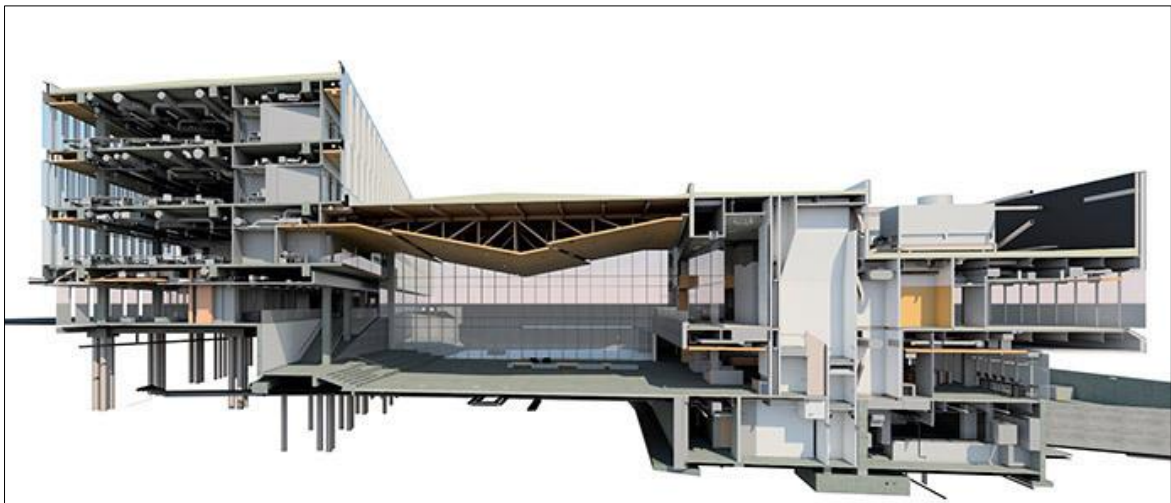
Esimene versioon BIM juhendist „RKAS Mudelprojekteerimise juhend“ avalikustati aastal 2009. Seni uusim juhend, „Tehnilised nõuded mitteamuhoonetele 2017 (OSA 16 – BIM)“, avalikustati aprillis 2018 (Riigi Kinnisvara AS, 2018).

Lisaks ka teised põhiliselt suuremad ehitus- ja projekteerimisettevõtted ning ehitusvaldkonna alast ülikooliharidust pakkuvad õppeasutused. Suurem osa on neist kokku koondunud ka Digitaalehituse klatri alla.

1.3. Ehitusinformatsiooni haldamine mudelis (BIM)

Laiemale avalikkusele võib BIM-i defineerida kui „digitaalehitust“. See sarnaneb tehnoloogia ja digitaalsete protsesside revolutsioonile, mis jõudis tööstusesse juba 1980ndatel ja mis seeläbi aitas oluliselt parendada selle tootlikkust ning kvaliteeti.

See kombineerib hoone 3D keskkonnas modelleerimise (Joonis 5) ja sellesse täiendavalt kaasatavate infoparameetrite abil kogu ehitisega seotud info. Sellisel kujul ja vormis struktureeritud infot saab kasutada hoone elukaare kõigis sellega seotud tegevustes ja protsessides – alates eskiisi loomisest ja ehitustegevuse juhtimisest kuni selle hilisema halduse ja võimaliku lammutamiseni välja. Samuti oleks see põhimõtteliseks ehitusvaldkonna infovahetuse korraldamise digitaliseerimise aluseks, aitamaks seejuures süsteemsemalt hallata tänast, aga ka sellest olulisemalt suuremaid paratamatult kaasnevaid infohulkasid. (EU BIM Task Group, 2017 lk 12)



Joonis 5. Läbilõige BIM mudelist (WRNSSTUDIO, 2012).

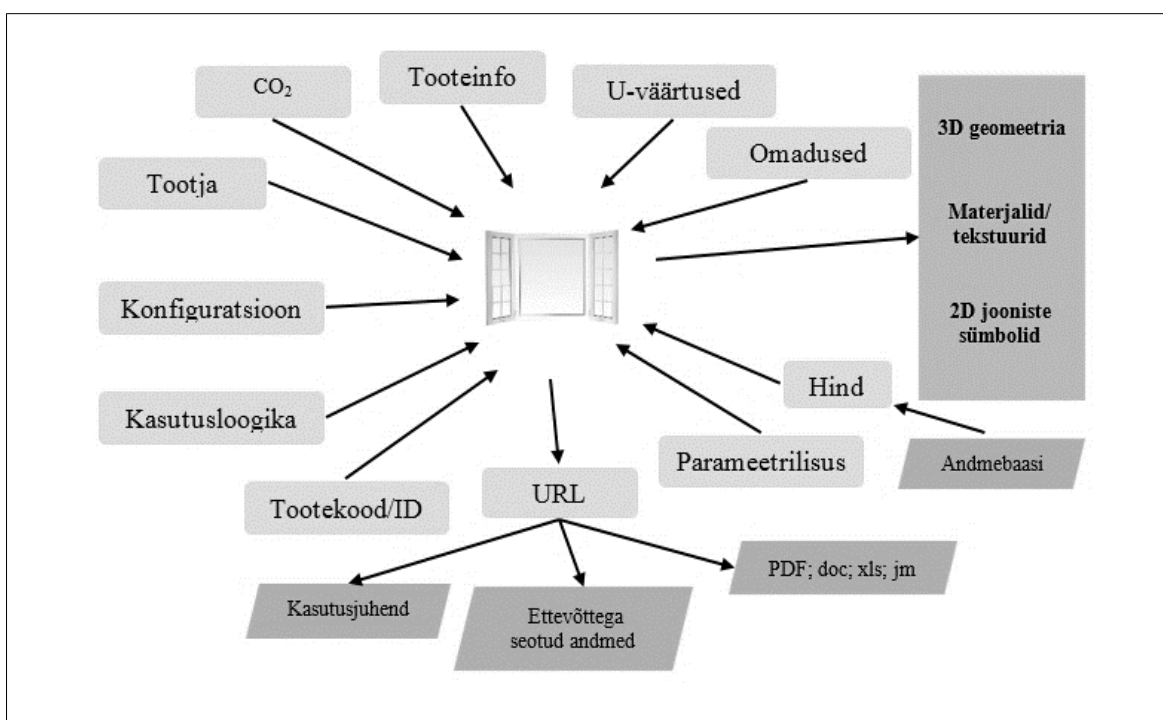
Akronüüm BIM omab tänaseks päevaks palju erinevaid tõlgendusi ja määratlusi. Kui esialgu mõisteti selle all ehitusinfo modelleerimist (*Building Information Modelling*), hilisemalt ka ehitusinfo mudelit (*Building Information Model*), siis tänapäeval oleks õigem nimetada seda ehitusinformatsiooni haldamiseks mudelis (*Building Information Management*). Üks akronüüm ja selle taga olev sisu on ajanud omandanud oluliselt laiemat käsitlust ja sisu ning seeläbi ka potentsiaali ehitusvaldkonda ennast muuta. (ADEB-VBA, 2015).

Põhimõtteline BIM jagunemine (ADEB-VBA, 2015):

BIM kui protsess, milles erinevad osapooled teostavad koostööd, vahetavad efektiivselt informatsiooni (andmed ja geomeetria) ning teevad koostööd, et saavutada efektiivsem

ehitusprotsess (vähem vigu, kiirem kulg), aga samuti loovad energiatõhusamaid hooneid, mis oleksid vähem keskkonda reostavad nii ehitustegevuse hetkel kui ka hilisemal haldusel. Selle järgi pole see mitte kolmemõõtmeline modelleerimine vaid kui paremini struktureeritud ja koostööks välja jagatud informatsioon.

BIM kui platvorm, mis võimaldab koordineerida või kombineerida projekti osapoolte töö ühte ehitusinformatsiooni mudelisse. Ehitusinformatsiooni mudel on kolmemõõtmeline ruumilisi objekte ja nendega sidustatud informatsiooni (Joonis 6) sisaldav andmekogu. See tähendab seda, et see on kolmemõõtmeline representatsioon päris hoonest, millede kõik ehituslikud elemendid on objektid mudelis.



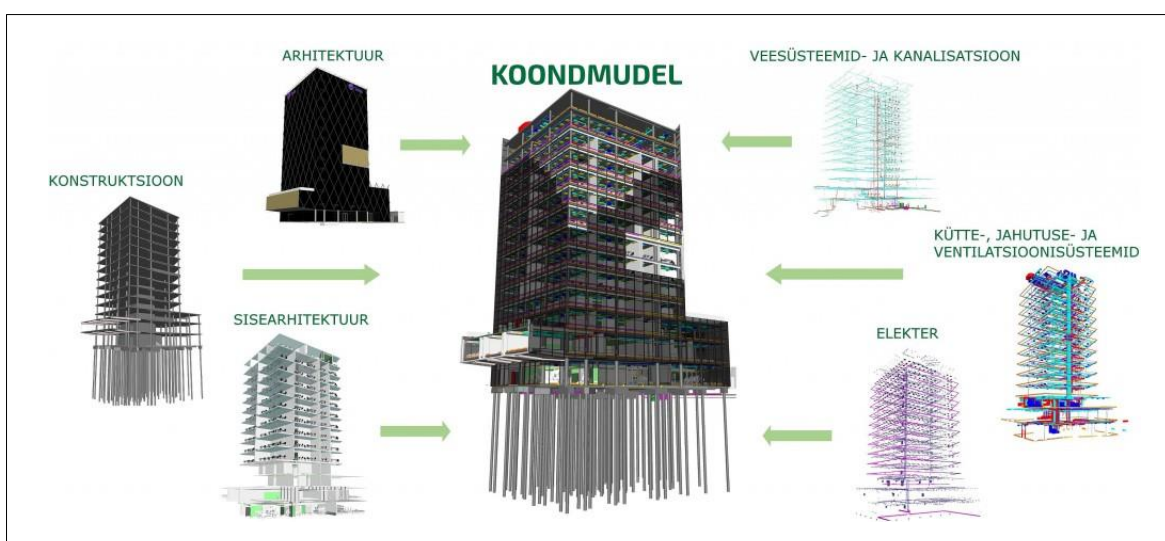
Joonis 6. Näide BIM mudelis oleva aknaelemendi andmekoosseisust (Gravicon EE).

Ehitusinformatsiooni mudelit on võimalik kasutada mitmeti ja seda erinevate protsesside läbiviimiseks, näiteks läbi hoone elukaare (ADEB-VBA, 2015):

- toetada projektiloomel otsustusprotsessi;
- aidata projektimeskonnal paremini mõista selle lõppeesmärke, aga ka lubada juba projekti kestel selles osalistel paremini mõista nende poolt tehtava mõju protsessi tervikpildis;
- visualiseerida projektlahendust ja selle tehnoloogilist koostoimivust;
- abistada projekteerimislahenduste kavandamisel ja kooskõlastamisel;
- toetada ehitusprotsessi ja seeläbi parendada lõpptulemuse kvaliteeti;
- muuta ehitusprotsessi efektiivsemaks ja tõhusamaks;

- parandada ohutust nii ehitusprotsessi kui ka kogu hoone elutsükli vältel;
- toetada projekti planeerimise, ehituse ja elutsükli kulude analüüsi;
- toetada projektiinfo andmete ülekannet selle halduse korralduse tarbeks.

Nende eesmärkide saavutamiseks peavad kõik projekti osapooled tegema koostööd (Joonis 7) konkreetse eesmärgi nimel, kasutades seejuures koosloomeprotsessis ühtset metoodikat – eesmärk ja reeglid peavad olema kokku lepitud juba koostöö alguses. Seda võivad muuhulgas toetada projektipõhiselt BIM rakendada aitavad tellija lõppeesmärgid ja selle saavutamiseks vajaminevaid mudelikoostöö protsesse kirjeldavad EIR ja BEP. (ADEB-VBA, 2015)



Joonis 7. BIM koondmudeli kaasabil erinevate distsipliinide vaheline koostöö (AS Merko Ehitus Eesti, 2018).

Kui mõelda BIM projektiloomel sellega ajas kokku puutuvatele osapooltele, siis saaks nad põhimõttelt jagada kolme gruppi (Stefan Mordue, 2015 lk 31):

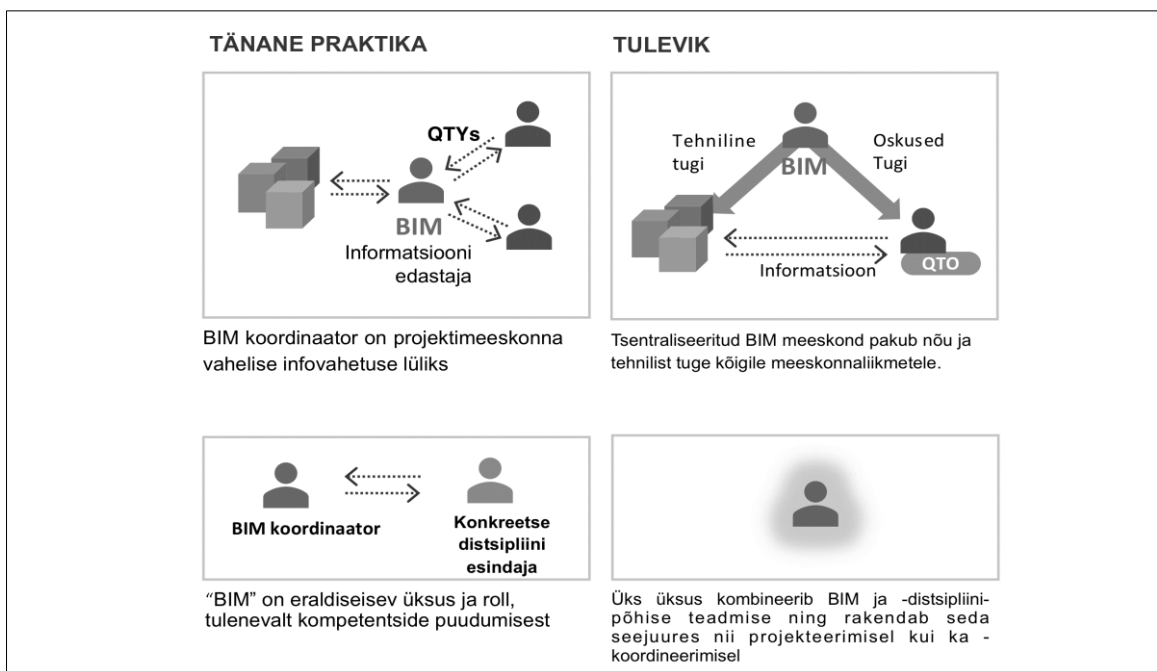
- informatsiooni loojad - näiteks lõpptellijad ja projekterijad. Nemad on BIM kasutajad, kes panevad paika vastavalt lõppeesmärgi ja kujundavad esialgse mudelprojekti koos sellesse sisestatud teabega. Projektiloomel käigus ajas see informatsioon aga pidevalt täiustub-täpsustub.
- info ülevaatajad - projekti osapooled, kes peavad tegema otsuseid projekteerimis- või ehitustööde edenemisel. Nad analüüsivad juba mudelis olemas olevaid andmeid ja veenduvad ning vajadusel lasevad üle kontrollida, kas olemasoleva info abil saavutatakse tellija poolt sellele seatud eesmärgid. Sellisteks BIM projekti osapoolteks on enamik selle liikmeid.

- informatsiooni saajad - nemad on lõppkasutajad, kes kasutavad BIM koostöö käigus loodud lõpptulemust, kas seda siis otse BIM mudelist või kaudsemalt, näiteks sellest eraldatavate jooniste, tabelite või muude dokumentide kujul.

Ehitusinfomodelis koostöö korralduse põhiprintsiibid

Kuna BIM põhiväärtuseks ei ole üksnes selle poolt edasikantav geomeetria, vaid sellega seostatav täiendav teave, seisneb mudelite abil koostöö edu võti selles oleva informatsiooni haldamises. Seejuures peab see informatsioon olema selleks loodud, hallatud ja kombineeritud süsteemselt (mude nimetamise reeglid, hierarhia ja klassifikatsioonid). Veelgi enam, informatsioon peab olema esitatud korrektsel kujul ja ühisjagataval viisil ning olema kättesaadav asjakohastele osapooltele neile vajamineval ajahetkel ja sobivas formaadis. Kuna igal osapoolel on erinevad vajadused, töövahendid ja ka vaated projektile kui tervikule, vajaksid nad personaalses filtreeringus ja formaadis seda konkreetset informatsiooni hulka. Koostöö teostamise eelduseks on leida selleks ühine keel, et organiseerida, klassifitseerida ja identifitseerida kõike seda jagatavat informatsiooni. (ADEB-VBA, 2015 lk 14)

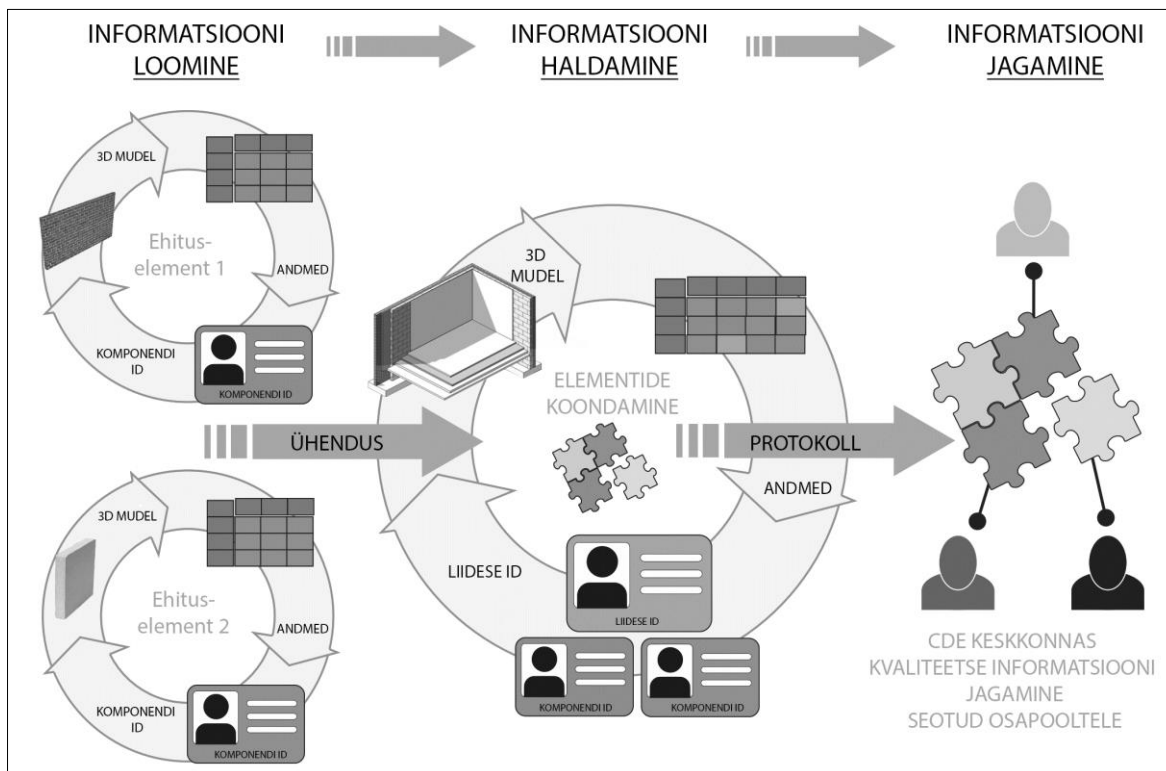
Tänapäeval pole BIM mudeli baasil infokorraldus (Joonis 8) sageli veel toimiv sellisel tasemel, et saaks kaduda täiendavalt selleks meeskonda kaasatud vahemehe, BIM koordinaatori, roll (Building and Construction Authority, 2017).



Joonis 8. BIM ja selle abil infovahetuse korralduse tänane olukord (Building and Construction Authority, 2017).

Ehitusinfomudeli ja ühtse infokeskkonna seos

BIM-i rakendamine (Joonis 9) on põhimõttelt 75% käitumuslik ja vaid 25% osas protsesside ja tehnoloogiate muutus.



Joonis 9. BIM mudeli jagamine kui infovahetuse korraldus (ADEB-VBA, 2015).

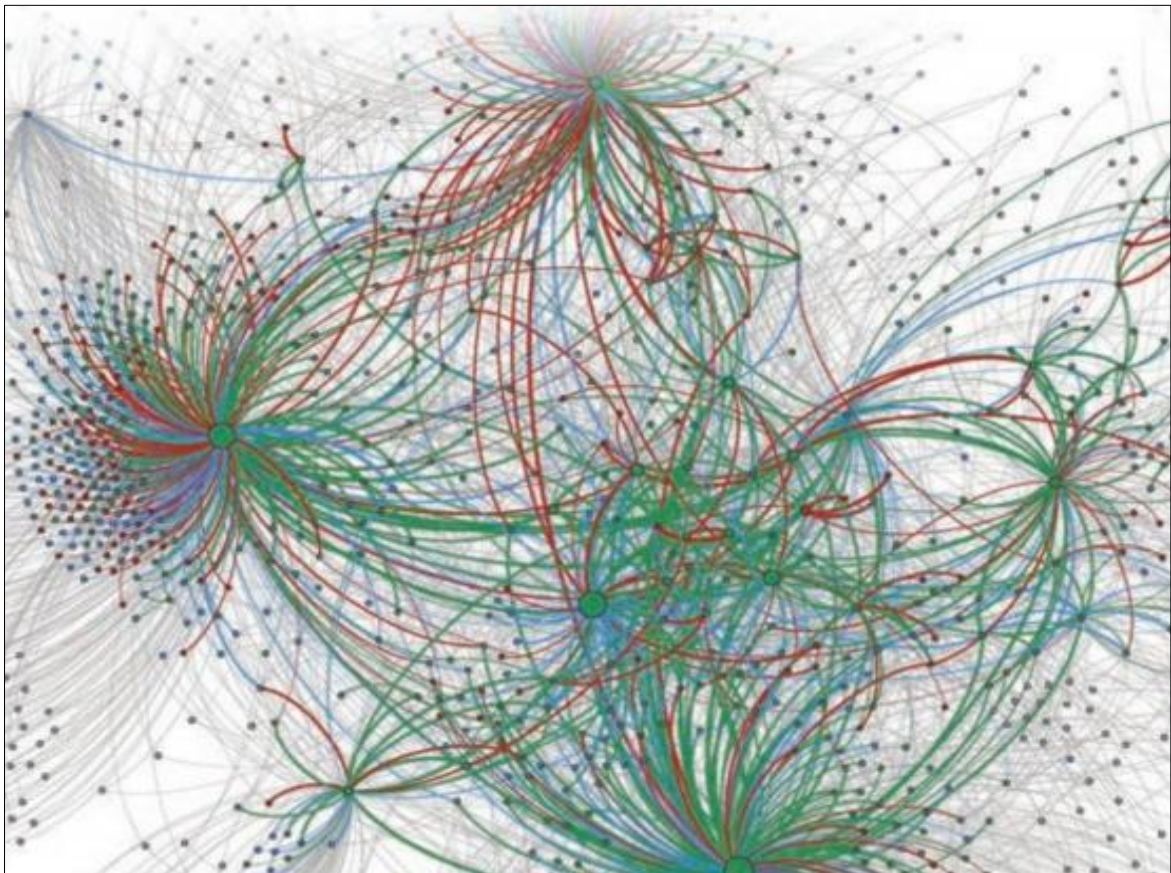
Enda poolt loodava teabe jagamise põhimõtteline valmisolek on alus edukaks BIM rakendamiseks. Info jagamise, ja seeläbi koostöö korraldamise, tehnoloogiliseks aluseks on seega seda võimaldava ühtse infokeskkonna platvormi rakendamine. CDE on koostööprojektide raamistiku saavutamiseks fundamentaalselt vajalik nii BIM, seda vaid osaliselt rakendavates, kui ka mitte-BIM projektides - ehitusinfomudel on lihtsalt üks hea ruumiliselt struktureeritav vorm projektiinfo halduseks. (Stefan Mordue, 2015 lk 58)

1.4. Ühtne infokeskkond (CDE)

1.4.1. Üldpõhimõtted

Ühtne infokeskkond on koht, kus projektimeeskond jagab projektikohast informatsiooni, mis omakorda lubab kogu infol põhineda ühtsel usaldusväärsel allikal. Kuigi informatsioon on jagatud ja seda saab taaskasutada, jääb selle omandiõigus siiski loojale, kes on ka ainuke inimene, kes võib seda vahendada, muuta või uuendada. See lähenemine eeldab aga veelgi konkreetsemat andmete struktureerimist, kuna teised osapooled on sellest otseses sõltuvuses. Kasu seisneb aga selles, et projekti meeskond saab ligipääsu alati ajakohasele informatsioonile ning saab seeläbi paremini kasutada seda nii ehituse planeerimisel kui ka hilisemates projektiga seotud tegevustes. (Stefan Mordue, 2015)

Joonis 10 abil on visuaalselt kirjeldatud ühe konkreetse keskmeta projektipõhist infovälja. Erinevate ringide ja nendega seotud infosuundi visualiseerivate joontega kirjeldatakse erinevaid tekkivaid infokeskmeid (moodustajaks suuremad ringid). Visualiseeringult võib välja lugeda ka seda, et konkreetse projektiga seotud informatsioon ei keskne otseallikal.



Joonis 10. Näide ühe konkreetse keskmeta projektipõhisest infoväljast (McGraw Hill Construction).

Kui tahta CDE esialgset "ametlikku" määratlust, võiks vaadata UK Avant Project poole, mis leidis aset aastatel 2001-2005 ja mis oli ka üheks aluseks BS 1192:2007¹² loomisele. See kirjeldab CDE-d nii: "hoidla, [...] projekti väliselt jagatav võrk või elektrooniline andmehaldussüsteem." Kaks aastat hiljem defineeriti PAS 1192-2:2013 kohaselt CDE järgmiselt: "konkreetselt projekti keskne andmekeskus, kogumaks, haldamaks ja jagamaks asjakohast projektdokumentatsiooni teavet läbi süsteemsete protsesside kõikidele selles osalevatele meeskondadele". (AEC Magazine, 2018 lk 22)

Isegi mõnede tänaste kõige paremini koos toimivate meeskondade puhul on erinevate osapoolte vahelisel kommunikatsioonil veel palju arenguruumi. Teinekord saavad ehitusega seotud olulistest nüanssidest alles viimases järgus teda selle omanikud ja ka hilisemad hoonehaldust pakkuvad osapooled. Samuti võib varieeruda nendeni jõudva informatsiooni kvaliteet ja kvantiteet. Seega kogu projektiga seotud meeskond tuleb sellesse kaasata juba varakult ja sellega seotud informatsiooni tuleb koordineerida selgetel kokkulepitud alustel. (Stefan Mordue, 2015 lk 7)

Ühtse infokeskkonna kasutegurid (Stefan Mordue, 2015 lk 109):

- jagatud informatsioon hoiab kokku aega ja raha, kuna teised projekti osapooled saavad infot vahetult taaskasutada/kaasata;
- informatsiooni omanikuks jääb selle looja - temal on ka selle ajakohasena hoidmise õigus ja kohustus;
- projektimeeskond saab luua olemasolevatest dokumentidest/mudelitest erinevaid kombinatsioone;
- sisseehitatud versioonihalduse süsteem ja vahetu keskne infovahetuse keskkond lihtsustavad kõigil uusima informatsiooni kättesaamist;
- osapooled saavad kasutada vahetumalt olemasolevat teavet oma järgnevate tegevuste tarbeks. Näiteks planeerimine, mahuarvutus, hinnastamine;
- informatsioon on kaitstud ja asub turvalises kohas. Info on talletatud sageli konkreetsetesse pilvepõhistesse serveritesse, kus on seda võimalik keskselt analüüsida ja hallata;
- teavet saab süsteemselt ja automaatselt arhiveerida, samuti võib sellel olla küljes seda kirjeldavad metaandmed, mis lihtsustavad selle hilisemat ülesleidmist;

¹² BS 1192:2007 – ühiskoostöö ja selles infovahetuse põhialuseid kirjeldav dokument (UK)

- meeskonnad saavad koostööd teha olenemata nende asukohast, kuna kõik informatsioon on läbi CDE keskkonna igalt poolt kättesaadav.

Ühtse infokeskkonna platvormid ja platvormide süsteemid

Ühtne infokeskkond peaks endas sisaldama CDE põhimõtteid järgivat andmehoidlat, projekteerimise ja projektijuhtimise keskkonda või ka teisi koostööd ja kommunikatsiooni läbi viia aitavaid lahendusi – terviklik ühisjagatav infokeskkond peaks sisaldama kõiki projektiga seotud tegevusi ja infokanaleid (Building and Construction Authority, 2017).

Ideaalis võiks kõik ehitise- ja ehitustegevusega seotud informatsioon olla BIM koondmudelis ja sellega sidustatud andmebaasides, kuid ehitusinfomudeliga on seotud palju rohkem erinevaid tegevusi ja protsesse, ja seejuures oleks vähetõenäoline, et üks CDE võiks neid kõiki võimaldada (Read, 2018).

Sellest tulenevalt võib, aga sageli paratamatult ka peab, üks konkreetse projekteerimise projektiga seotud infokeskkond endas sisaldada mitmeid erinevaid (Joonis 17) ja ideaalis omavahel sidustatavaid CDE keskkondi, näiteks:

- andmehoidlad - see võib olla CDE põhimõtteid täita võimaldav server, välisvõrguleht või pilvepank. Konkreetne lahendus võib omada erinevaid vorme ja funktsionaalsusi, sõltudes peaaesjalikult konkreetse projekti suuruselt, tüübist ning ka sellele seotud eesmärkidest.
- projekteerimise ja koostöö tööriistad – mudelikoordinatsiooni ja selles infokorralduse teostamist teha võimaldavad lahendused, meeskonnasuhtluse ja planeerimise tööriistad ning tänapäeval üha enam ka projekteerimistarkvarad ise.
- ehitusplatsil töö korraldamise tööriistad - võivad sisaldada näiteks objektijuhtimist abistavaid tööriistu ja nendega seotud platvorme. Kasutamiseks muuhulgas näiteks ehitusobjektilt info edastamiseks projekteerijatele, ja seejuures võivad infot aidata koguda erinevad riistvaralised (peatükk 1.5.6) seadmed, nagu näiteks droonid ja punkt pilvesid teha võimaldavad seadmed ja nendega seotud tarkvaralised lahendused ja nendega omakorda seotud ühisjagatavad infokeskkonnad.

1.4.2. Euroopa Liidu soovitusel digitaalehituse ühiskoostöö põhimõtetes

EUBIM Task Group käsiraamat¹³ annab Euroopa avalikule ehitussektorile strateegilise ülevaate BIM rakendamisest, pakkudes seejuures konkreetseid soovitusi tõstmaks produktiivsust läbi innovatsiooni.

Selle, aastal 2017 välja antud, käsiraamatu eesmärk on kokku koondada Euroopa riikide parimad BIM ja ühiskoostöö teostamise praktikate põhimõtted, teha seejuures üldistusi ning anda soovitusi nende ühtsete aluste rakendamiseks kõigis Euroopa riikides. Soovitused on formuleeritud rakendamaks neid eeskätt riiklikul tasemel.

Käsiraamatu loonud töögrupis osalesid järgmised riigid: Austria, Belgia, Tšehhi, Saksamaa, Taani, Eesti, Soome, Prantsusmaa, Island, Iirimaa, Itaalia, Leedu, Holland, Norra, Poola, Portugal, Slovakkia, Sloveenia, Hispaania, Rootsi, UK (EU BIM Task Group, 2017).

Järgnevalt kirjeldab autor eelnimetatud dokumendist välja toodud põhimõtete väljavõtteid konkreetsemalt ühiskoostöö korraldamise aspektist, seejuures üldistades sealseid riiklikuna rakendamiseks antud põhimõtteid ja soovitusi rakendamaks neid konkreetsemalt projekteerimisettevõtete tasemelt.

Väljavõtetes toodu põhisisuks on anda ülevaade EUBIM poolt soovitatud ühiskoostöö põhimõtetest ja kirjeldada sealseid infovahetuse korralduse aluspõhimõtteid ning nende rakendamisel soovitatavaid reegleid ja neid toetavat tehnilist tausta.

Järgnevalt on autor andnud ülevaate väljavõtte ülesehitusest.

A. KOOSTÖÖ KORRALDUSE FUNDAMENTAALSED ALUSED

A.1. Koostöökorralduse juriidilise tausta paika panemine

A.2. Põhimõtteliste tehniliste koostööpõhimõtete ja protsesside reeglistamine

B. TEHNILINE TAUST

B.1. Avatud andme-edastuslahenduste kasutamine

B.2. Objekti/elemendi tasemel informatsiooni koondamine

C. PROTSESSIDE KIRJELDUS

C.1. Failide baasilt suhtluse korraldus

¹³ EUBIM Task Group - Handbook for the introduction of Building Information Modelling by the European Public Sector

C.2. Ühtne infokeskkond (CDE)

D. INIMESED JA NENDE KVALIFIKATSIOON

D.1. Andmete loome, haldus ja vastutus

A. KOOSTÖÖ KORRALDAMISE FUNDAMENTAALSED ALUSED

A.1 Koostöökorralduse juriidilise tausta paika panemine

(EU BIM Task Group, 2017 lk 44)

Selleks, et saaks rakendada süvendatud vormis teabevahetust ja koostööd, on äärmiselt oluline konkreetselt määratleda selles osalevate partnerite omavahelised õigused ja kohustused:

- intellektuaalomandi õigused;
- koostööpartnerite vahelised ootused ja vastutused;
- infovahetuse korralduse eesmärgid;
- informatsiooni korralduse reeglid koos vastutuste määramisega.

Seda seetõttu, et teabevahetusega seotud kartused võiksid muidu piirata infovahetust ja seeläbi ohustada ka BIM rakendamist tervikuna.

A.2 Põhimõtteliste tehniliste koostööpõhimõtete ja protsesside reeglistamine

(EU BIM Task Group, 2017 lk 48)

Eesmärgiks peaksid olema standardiseeritud põhimõttelised lahendused ning avatud andmevormingute ja failiformaatide kasutamine teabe vahetamiseks nii tarneahelas kui ka suhtluses tellijaga. Sellisel kujul on see kooskõlas ka Euroopa Liidu eeskirjadega - tagada pakkujatele avatud turg. Põhimõtted tuleks kirjeldada ja nende täitmist nõuda juba pakkumismenetluse ja lepingute sõlmimise dokumentides.

Soovitav on standardiseerida tööprotsesse, muuhulgas peaksid need sisaldama:

- reeglistikku teabe kogumiseks, haldamiseks ja jagamiseks;
- erinevate mudeliversioonide haldamist failipõhises töövoos;
- turvameetodeid arvestavat lähenemist BIM-ile;
- keskset ja ligipääsuõigustega reguleeritud asukohta BIM info jagamiseks.

Selline lähenemine võimaldab luua ühtsetel tehnilistel alustel toimiva BIM protsessi läbi terve projektiloome tarneahela ning seeläbi suurendada selle toimivuse efektiivsust tervikuna.

B. TEHNILINE TAUST

B.1 Avatud andme-edastuslahenduste kasutamine

(EU BIM Task Group, 2017 lk 70)

BIM mudeli vahendamiseks peaks kasutama avatud failiformaate, mis ei oleks seotud mingi konkreetse ettevõtte või sellega seotud huvigrupiga. Üheks selliseks on laialtlevinud IFC formaat. See on muuhulgas registreeritud ISO poolt kui ametlik rahvusvaheline standard¹⁴. Tootjaneutraalne avatud andmeedastusformaad võimaldab tarneahela ülest koostöö korraldust, sest seda kasutades ei oleks oluline, millist tarkvaralahendust on infomudeli loomiseks kasutatud.

Samuti on avatud andmetalletuse formaadid kriitilise tähtsusega arhiveerimise perspektiivist, kuna selleks tarbeks talletatavad andmed peavad olema võimalikult universaalses, laialtlevinud ja ajas vähe muutuv vormingus - XML¹⁵-baseeruv IFC võiks selleks hästi sobida.

Täiendavad soovitused:

- kasutada avatud failiformaate konkreetsetes etappides koostöö läbiviimiseks;
- võimalike eksportimisel tekkida võivate infokadude vältimiseks kaasata võimalusel täiendavalt ka tarkvarade spetsiifilised originaalfailid.

B.2 Objekti/elemendi tasemel informatsiooni koondamine

(EU BIM Task Group, 2017 lk 72)

Soovitatud on nõndanimetud konkreetse objekti/elemendi põhine lähenemine selle sisu ja toimimise omaduste kirjeldamiseks. Näiteks ehitusinfomudel ja selles olev konkreetne ruumiline element ning sellega seotud seda kirjeldavad parameetrid – eesmärk on, et see objekt/element töötaks kui infot kandev konteiner. Selleks, et taoline lähenemine oleks maksimaalselt efektiivne, peab elementide ja selles defineeritud parameetrite kirjeldus olema kirjeldatud kasutades standardseid klassifikaatorid¹⁶.

Oluline on rõhutada, et need objektid/elemendid võivad olla näiteks konkreetsed ehitustooted nagu näiteks uksekäepidemed, aknad või selle osised, mida saab tarnijatelt

¹⁴ ISO 16739:2013

¹⁵ XML - üldotstarbeline märgistuskeel, mille eesmärk on struktureeritud info jagamine infosüsteemide vahel

¹⁶ DIN EN ISO 12006-3:2017-04

tellida või osta, kuid ka muud "virtuaalsed" objektid ja elemendid nagu näiteks joondus, ruumid, koridorid või ka erinevad piirjooned.

Objekti/elemendi põhine lähenemine on oluline, et oleks võimalik panna konkreetne defineeritav subjekt konteksti, milles see näiteks hoone tervikpildis asetseb – on selleks siis selle täpsem asukoht kolmemõõtmelises ruumis, enda ja ümberkaudsete elementide kuju või hoopis näiteks konkreetse eesmärgi ja nõuetega ruumiga kaasnev teadmine sellest tulenevatele subjekti omadustele.

C. PROTSSESSIDE KIRJELDUS

C.1 Failide baasilt suhtluse korraldus

(EU BIM Task Group, 2017 lk 74)

"Konteiner" võib olla 3D-mudel, joonis, dokument, tabel või loetelu, mida sageli võidakse nimetada ka lihtsalt "failiks". Andmebaas, mis sisaldab mitut struktureeritud andmete tabelit, võib samuti olla üheks konteineriks. Viimaseid saame selle alusel kategoriseerida kui dokumentide konteinereid, graafilisi konteinereid ja ka kui mitte-graafilisi konteinereid.

Konteineripõhine koostöö tähendab põhimõtteliselt järgnevat:

- konkreetse sisu, näiteks konkreetse mudeli, looja või selle omaduste algne initsiaator, oleks vastutav ja seeläbi ka seotud selle konkreetse infokogumi ja tema kvaliteediga ajas;
- oleks reeglistatud, kuidas ja millises vormis taoline infovahetus toimib, et see toimiks maksimaalselt turvaliselt ja oleks võimalikult efektiivne.

Konteineri baasil koostöövorm oleks esimene samm liikumaks edasi paberi baasil jooniste ja dokumentide puhul kasutatud, kuid põhimõtetelt sageli ka endiselt tänases digitaalkeskkonnas kasutatavast infovahetuse korraldusest, digitaalsetel põhimõtetel koostöök, mis toimuks kesketel infopankadel sellel toimival otsesuhtlusel.

Eelnev oleks aga alles esimene oluline samm tegeliku eesmärgi poole, ja seda sellespärast, et see ei nõua veel praeguste õiguslike ja lepinguliste põhimõtete fundamentaalselt muutmist ja oleks seetõttu vähemalt lähiperspektiivis lihtsamalt rakendatav. Järgmine samm oleks juba näiteks mudelis asuvate konkreetsete elementide põhine tase.

Soovitused:

- rakendada fundamentaalsed põhimõtted, kuidas konteineri baasil koostööd läbi viia nii, et infovahetus oleks seotud vahetult selle subjektiks oleva originaallallika ja selle autoriga;
- võtta kasutusele sobivad tööriistad, mis sellises vormis infovahetust võimaldaksid. Muuhulgas peaksid need võimaldama jagatud tööruumi, versioonihaldust, seadistatavaid juurdepääsusüsteeme ning eeldefineeritavaid töövoogusid;
- võimalusel kasutada standardiseeritud meetodeid otsese formaalse infovahetuse korraldamiseks. Selleks sobib näiteks avatud BCF formaat.

C.2 Ühtne infokeskkond (CDE)

(EU BIM Task Group, 2017 lk 76)

Ühtne andmekeskkond (CDE) on andmete ja teabe haldamise süsteem. CDE ei ole ainult veebi- või pilvepõhine "projektipank". See sisaldab muuhulgas kõiki vajalikke protsesse ja eeskirju tagamaks, et projekti osalised töötaksid või kasutaksid faili/mudeli kõige viimast versiooni ja nad teaksid, milleks nad seda kasutada saavad.

Soovitused:

- rakendada CDE põhimõtteid, et jagada seeläbi saavutatavat kvaliteetsemat infot kõigi projekti meeskonna liikmete vahel tõhusamalt ja täpsemalt – olgu see info siis mis iganes kujul või vormis;
- andmeturve peaks olema oluline osa selles infovahetuse protsessis.

D. INIMESED JA NENDE KVALIFIKATSIION

D.1 Andmete loome, -haldus ja -vastutused

(EU BIM Task Group, 2017 lk 78)

Rollide selgus, vastutus, volitused ja osalistele mistahes määratavate ülesannete ulatus on info haldamise seisukohalt fundamentaalselt olulisteks aspektideks.

Väiksemate või tehniliselt vähem keerukamate projektide puhul võivad teabehalduse korralduse rollid olla sooritatud paralleelselt teiste ülesannetega, näiteks paralleelselt projektijuhi, projekteerimise valdkonnajuhi või peatöövõtja omadega. Keerukamate projektide puhul on aga sageli probleemiks infovahetuse korraldaja funktsiooni ja rolli alahindamine – nendes tuleks rakendada põhjalikumaid abimeetmeid.

Iga projektis töötav isik soovib saada, aga samas ka loob, väga suure hulga andmeid ja projekti kontekstis asjakohast teavet, mis seejuures ei piirdu üksnes mudelite ja joonistega - see hõlmab kõiki projektiga seotud andmetüüpe ja vorme, näiteks spetsifikatsioone, e-kirju, fotosid, graafikuid jne.

Seetõttu on selle keeruka infokorralduse läbiviimise lähteülesanne, mis toetaks seejuures kõige paremini kõiki neid vajaminevaid protsesse, tagaks seejuures turvalisuse ning ka osapoolte endi infopäringunõuded, keeruline tehniline ülesanne.

Soovitused:

- andmete ja teabe haldamise eest peavad vastutama pädevad ja kvalifitseeritud isikud;
- teabehaldaja ja -vahendaja roll ei tohiks jääda projekteerijate vastutuseks;
- informatsiooni halduse korraldamise lahendus peaks olema proportsionaalne konkreetse projekti suuruse ja keerukusega;
- ülesannete põhine tööde jagamine (teabevajaduste, seotud tööülesannete ja nõutavate töövoogude kindlakstegemine) on aluseks, et täita nõuetekohaselt igale lepingule vajalikud ülesanded.

1.4.3. Erinevate Euroopa riikide BIM rakenduskavad ühiskoostöö korraldusest

Järgnevalt on välja toodud erinevate Euroopa riikide BIM juhendmaterjalidest väljavõtted ühtse infokeskkonna ja ühiskoostöö korraldamise põhimõtetest, aga ka projektipõhise koostöö kohta üldisemalt.

EESTI

RKAS Tehnilised nõuded mittelehoonetele OSA 16 – BIM (04.2018)

Riigi Kinnisvara juhendmaterjal baseerub ning kohandab/täiendab soomlaste COBIM 2012 põhimõtteid kasutamaks neid Eestis. Sissejuhatuses viidatakse, et kõik projekteerimistöodes osalevad töövõtjad ning modelleerimise eest vastutavad isikud peavad olema tutvunud ja läbi töötanud minimaalselt ka soomlaste vastava juhendmaterjali.

Koostööd puudutavad põhimõtted (Riigi Kinnisvara AS, 2018):

- projekteerimistööde kestel peab tellijaga suhtluse aluseks olema BIM. Sealhulgas peavad kõik töövõtja ja tellija vahelised koosolekud toimuma koos mudeli vaatamisega ning selle sees toimuva kommunikatsiooniga. Mudelite baasil tagasiside võib toimida ainult kasutades selleks mõeldud avatud BIM koostööformaati – BCF;
- BIM mudel on olulisem kui 2D joonis. See tähendab seda, et vastuolude ja segaduste korral omab mudelis olev info suuremat tähtsust;
- mudelprojekteerimise lõpptulemusena antakse tellijale üle kõik mudelid ja nende abil koostatud simulatsioonid nii tarkvara originaalformaadis kui ka avatud IFC failiformaadis.

Lisaks sisaldab juhendmaterjali osaks olev „Lisa 2 BIM rakenduskava“ alapeatükki konkreetse projektipõhise projektipanga kindlaksmääramiseks, kuid RKAS juhendmaterjalid (ega ka sellega sidus COBIM 2012) ei sisalda nõudeid ega täpsemaid juhiseid mudeli ega ka projektdokumentatsiooni hoiustamiseks.

Nõudeid kirjeldava dokumendi koosseisu on aga kaasatud (Lisa 1 BIM andmesisu nõuded) tabelifail, milles täpsustatakse vajaminevaid IFC elementide infoparameetreid eri projekti staadiumites.

SOOME

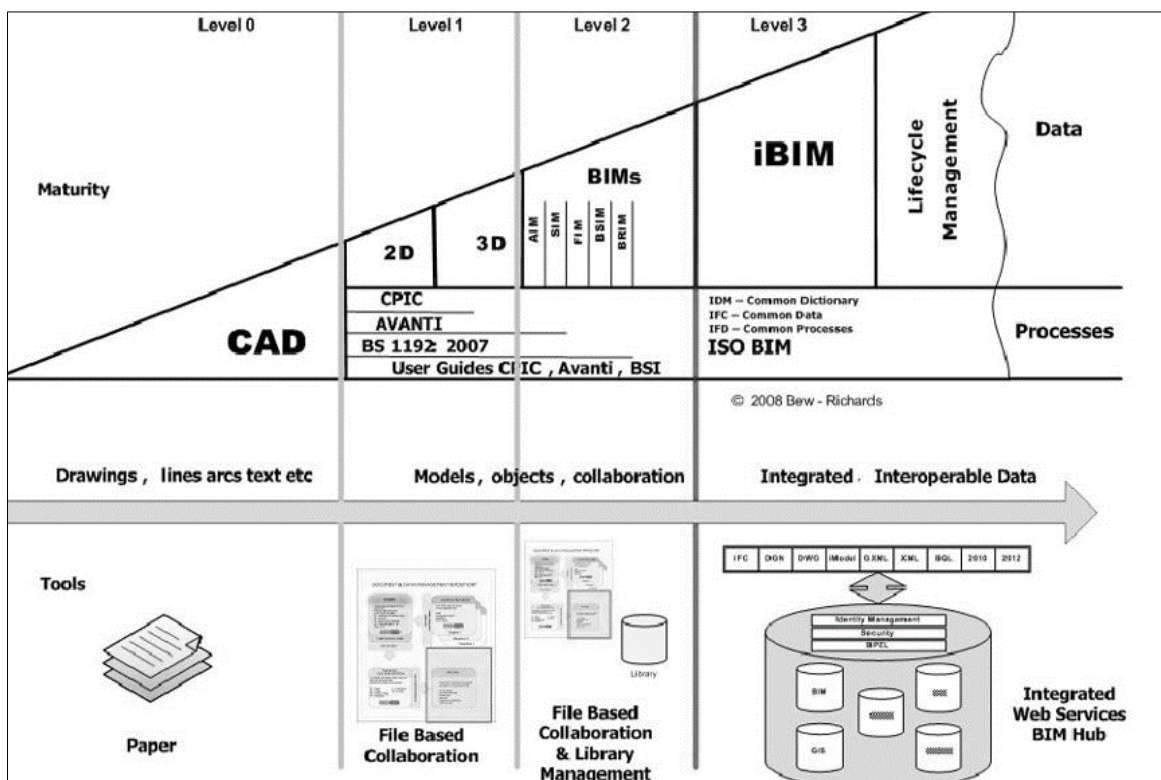
COBIM 2012 (03.2012)

Juhendmaterjal ei sisalda juhiseid töötamiseks CDE keskkonnas. Koostööd puudutavate märksõnadena on aga välja toodud järgnev (BuildingSMART Finland, 2012):

- dokumendid peavad põhinema infomudelil endal;
- mudel avaldatakse dokumentidega samal ajal või enne seda;
- projekteerimisstaadiumis töötatakse esmajärgus infomudelitega;
- ehitushanke faasis antakse pakkumuse koostamise abistamiseks üle infomudelid, töömahtude loetelud, visualiseeringud ja muud infomodelite alusel loodud dokumendid.

SUURBRITANNIA

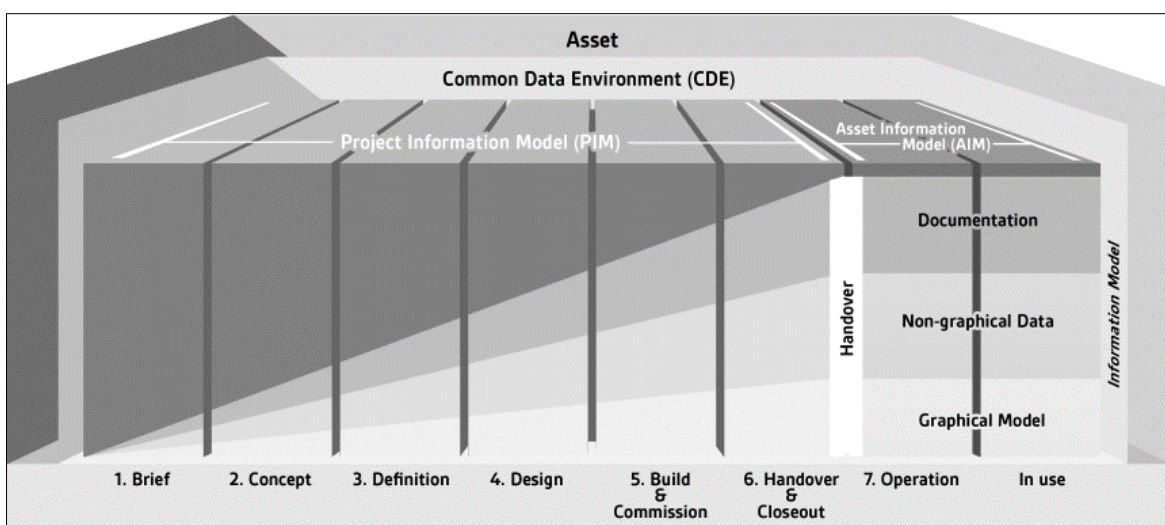
Juhendmaterjalides on seatud põhirõhk BIM keskkonnas koostöö korraldamisele. Suurbritannias (UK) BIM kasutuselevõtu järkjärguliseks juurutamiseks on see jaotatud (Joonis 11) põhimõttelt kolmeastmeliseks (BIM Level 1...3).



Joonis 11. BIM Levelid ja neid iseloomustavad põhiparameetrid (Scottish Futures Trust, 2018).

Level-1 taseme on enamik (NBS, 2018) ettevõtteid saavutanud, kuid alates 4. aprillist 2016 peavad kõik avaliku sektori riigihanked olema teostatud vähemalt Level-2 BIM tasemel.

Level-2 jaoks juba aastal 2011¹⁷ seatud eesmärkideks olid projekteerimis- ja ehituskulude vähendamine, CO2 emissioonide vähendamine 20% ning haldusfaasi kulu osatähtsuse rõhutamine. Selleks, et eesmärged saavutada, nähakse olulise tegurina infohalduse ja sellest tulenevalt paremat ühiskoostöö korraldust (Joonis 12). Joonisel on kujutatud CDE keskkonnas info kogunemist alates selle esialgsest planeerimisest kuni halduseks üleandmiseeni. Kogunenud informatsioon võib seejuures aga olla nii mudeli-, teksti- kui ka dokumendivormis.



Joonis 12. CDE ja sellesse läbi hoone elukaare info kuhjumine (BSI, 2018).

BIM tasemeid (Level 1-2) aitavad kirjeldada erinevad omavahel seotud juhendmaterjalid ja standardid. UK valitsuse poolt on aga koostatud strateegiline plaan¹⁸ BIM Level 3 tasemeni jõudmiseks.

The National BIM Report 2018 järgi on kaks aastat pärast Level 2 kohustuslikuks muutmist 70% vastanutest enda hinnangul ka selle tasemeni küündinud, Level 1 tasemel on 21%. Kõrgeima, hetkel aga vaid osaliselt kirjeldatud, taseme BIM Level 3, on enda hinnangul juba saavutanud 8% vastanutest (NBS, 2018). Üldine põhimõtteline hinnang hetkeseisule on antud peatükis 1.4.5.

¹⁷ The Government Construction Strategy 2011

¹⁸ Digital Built Britain - Level 3 Building Information Modelling - Strategic Plan

BIM tasemete tutvustus

BIM Level 0 - põhimõttelt tähendab see tase kommunikatsiooni kui sellise puudumist. Lõpptulemuse valmimisel jagatakse see kas paberil või elektrooniliselt, kohati ka kombineeritult. Enamus UK tänasest ehitussektorist on sellest edasi liikunud.

BIM Level 1 – kujutab endast enamasti 3D CAD vormis eskiisi/eelprojekti loomist ja selle alusel 2D keskkonnas selle edasiarendamist. CAD juhised ja infovahetuse reeglid on standardiseeritud BS 1192:2007+A2:2016¹⁹ abil. Nõutud on digitaalse CDE keskkonna kasutamine, mis on seejuures sageli üles seatud ehituspeatöövõtja poolt. See on BIM Level tase, milles tegutsevad paljud tänased UK ettevõtted. (Scottish Futures Trust, 2018)

See BIM tase kujutab endast suuresti paremat informatsiooni juhtimist, pannes seejuures ka põhimõttelise aluse ehitusvaldkonnas infovahetuse korralduse kvaliteedi aluspõhimõtetele. See sisaldab erinevate CAD süsteemide poolt erinevates projekti distsipliinides koostöö korralduse ja failinimetamise reeglistamist.

Saavutamaks BIM Level 1, tuleb täita järgmised põhimõtted (Scottish Futures Trust, 2018):

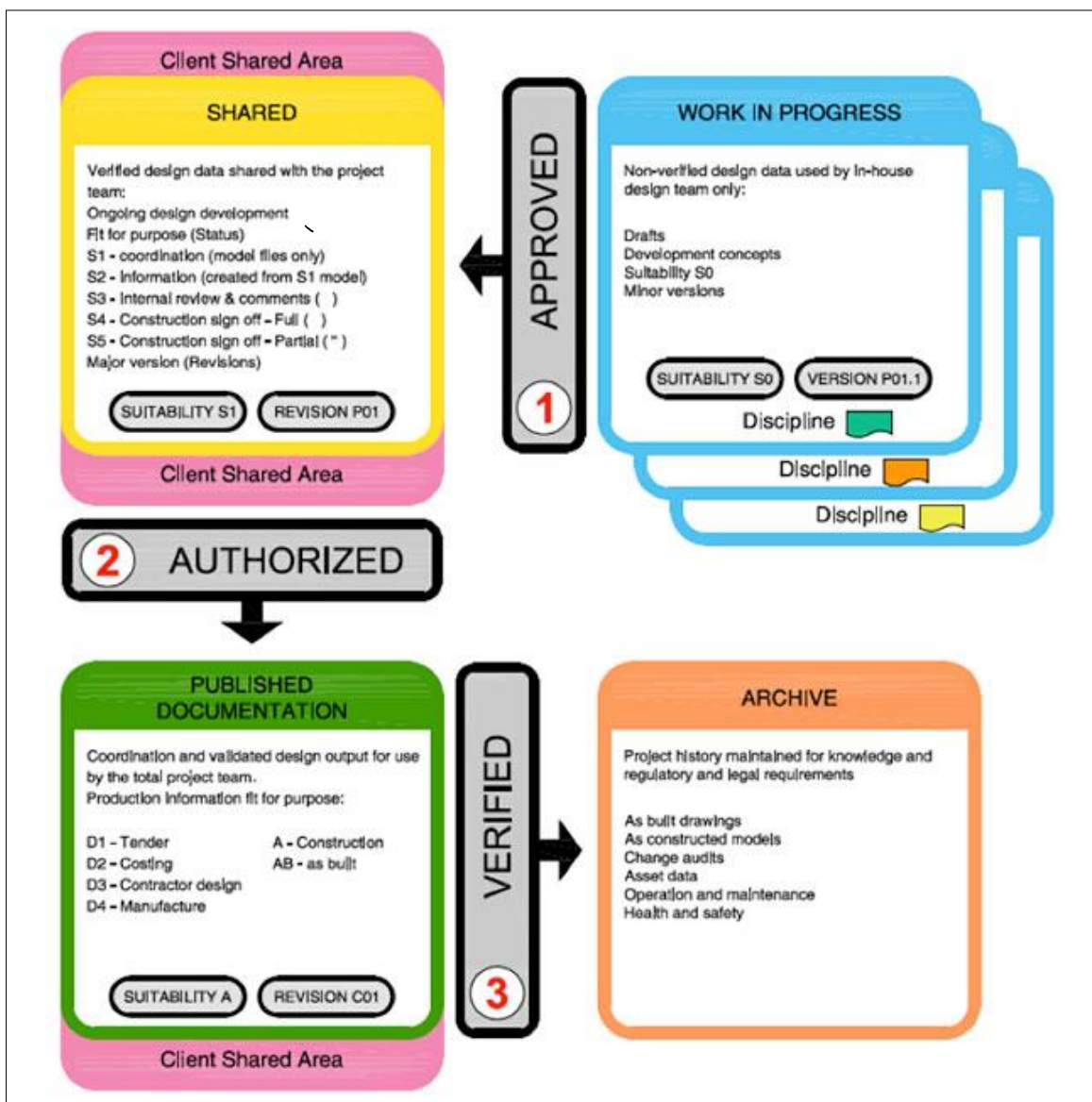
- projekti osapoolte rollid ja kohustused tuleb eelnevalt kokku leppida;
- failinimetamise põhimõtete reeglistamine;
- nimetustes tuleks rakendada projekti, distsipliini ja valmidustaseme spetsiifilisi kokkulepitavaid kodeeringuid;
- ühtse infokeskkonna rakendamine;
- tuleb kokku leppida sobiv info talletamise hierarhia, mis toetaks CDE- ja dokumendihoiustamise kontseptsiooni.

BS 1192:2007+A2:2016 kirjeldab neljatasemelist protsessi (Joonis 13) informatsiooni liikumiseks ja selle korralduseks läbi selle arenemise ajas (BSI, 2018):

- WIP (Work in Progress) – töösolev, alles töösoleva informatsiooni kvaliteeditase. See sisu asub CDE keskkonnas, aga on nähtav ainult selle loojatele ja sellega seotud ettevõtetele;

¹⁹ BS 1192:2007+A2:2016 - Collaborative production of architectural, engineering and construction information – Code of practice

- Shared – jagatud. Jagamiseks piisava tasemega info asukoht. Seda saavad kasutada teised projekti osapooled enda töö teostamiseks, sealhulgas ka ristumiste kontrollide läbiviimiseks;
- Published Documentation – esitatud dokumentatsioon. Ametlikult „valmis“ staatusega sisu tase;
- Archive – arhiiv. Arhiveerimiseks säilitatava asukoht.



Joonis 13. Info jagamine ja selle valmiduse staadiumid seda kirjeldavast BS 1192:2007+A2:2016 (BSI, 2013).

BIM Level 2 - seda iseloomustab koostööl põhinev töökorraldus, kus kõik osapooled küll kasutavad projekteerimisel 3D CAD mudeleid, kuid ilmtingimata ei pea töötama nendega ühes ühisjagatavas koondmudel. Selline omavaheline koostöö toimub neile konkreetselt seatud tingimustel – see on ka Level 2 põhialuseks.

Nõutud on, et mudeliinfot vahetataks avatud failiformaadis (näiteks IFC), tagamaks teistele osapooltele võimalus see kaasata näiteks enda loodavasse koondmudelisse. Samuti on nõudeks halduse tarbeks mõeldud avatud formaadi (näiteks COBie²⁰) kasutamine. (McPartland, 2018)

Praktikas tähendab see seda, et infot vahetatakse 3D keskkonnas, kuid see on loodud eraldiseisvates distsipliini-spetsiiflistes osamudelites. Mudeleid võidakse kasutada muuhulgas ka mudelipõhiseks aja ja finantside planeerimiseks.

BIM Level 2 on illustreeritud Bew-Richards “BIM Wedge” (Joonis 11) graafikul. Level 2 baseerub Level 1 standarditel, eriti just BS 1192-2007+A2:2016 ja selles kirjeldatud CDE keskkonnas koostöö nõuetel.

BIM Level 3 - see kujutab põhimõttelt endast kõigi projektimeeskondade ühes, keskselt hallatavas koondmudelis töötamist. Osapooled muudaksid ühe ja selle sama koondmudeli sisu ennast ja seetõttu kaoks ära infovahetuse korraldamise võimalikest tõrgetest tekkida võiv konfliktioht. Täna sel päeval aga otsitakse lahendusi uutest tööprotsessidest tulenevatele autorikaitse ja vastutuste küsimustele. (McPartland, 2018)

Samuti peavad sellisel tasemel koostöö võimaldamiseni jõudma CDE keskkonnad, kuna hetkel suudavad nad üldjuhul pakkuda lahendusi üksnes Level 2 taseme koostööks. Lisaks CDE keskkonnale endale, peaksid sellele tarkvaralist liidestamist toetama ka kõikide meeskonnaliikmete endi tarkvaralahendused.

BIM Level 3 hakkab ühendama ka teisi digitaalseid uuendusi ja kontseptsioone, nagu näiteks hoonete juhtimissüsteemid, „Tarka linna“ ja asjade Interneti (IoT).

²⁰ COBie (*Construction Operations Building Information Exchange*) – ehitise haldusinfo vahetuseks avatud failiformaat

BELGIA

Building Information Modelling – Belgian Guide for the Construction Industry (2015)

Juhendmaterjal keskendub BIM rakendamise ja selle abil koostöö korralduse nüanssidele tänastes Belgia, aga ka Eestis laialt levinud, projekteeri-paku-ehita põhimõtetel lepingutes.

Keskendudes BIM koostöö korraldamise nüanssidele, annab juhendmaterjal põhimõttelisi ja tehnilisi soovitusi info selles korraldamiseks.

Koostööd puudutavate tehniliste nüanssidena on välja toodud järgnevad põhimõtted (ADEB-VBA, 2015):

- projektipõhises meeskonnas kasutatavate tarkvaralahenduste varasema kokkuleppimise olulisus, eriti tulenevalt sellest, et traditsioonilise töölepingu korral alustatakse töid eri aegadel ning -koosseisudes;
- minimiseerida vajadust info ja mudeli eksportimiseks/importimiseks, eelistada selleks kas originaalfaile või siis avatud formaate;
- mudelielementidele tuleb lisada nii palju asjakohast informatsiooni kui võimalik. Rõhutatakse, et oluline on ka mudelivälise info sellesse sidustamine, andmaks viimasele asukoha, geomeetria ja konteksti taust;
- ehitada mudel üles nii, nagu töövõtja seda hiljem ehitaks, parandamaks seeläbi mudelprojekti baasil info kasutamist reaalse ehitustegevuse korraldamiseks.

1.4.4. Ühtse infokeskkonna loomise praktilised soovitused

Info peaks liikuma andmete, mitte failikonteinerite kaasabil. Viimaste kasutamine on ka kui varasemalt paberitel teostatud tööprotsess selle digitaliseeritud vormis, mitte põhimõtetes.

Ideaalis võiks CDE olla loodud lõpptellija või temaga seotud inimeste poolt, et oleks võimalik selle ühe keskkonna kasutus läbi hoone elukaare, jagades selle erinevates etappides (projekteerimine, ehitamine, haldus) ligipääsuõigused teistele osapooltele välja vaid nende kaasamiseks olulistel hetkedel. Reaalsus on aga see, et meil on läbi hoone elukaare mitmeid erineva omaniku ja otstarbega CDE keskkondi ning nendes oleva info säilitamine ja ülekandmine on sageli keerukas. (AEC Magazine, 2018)

CDE võiks sisaldada seda täiendavaid funktsioone, näiteks projektipõhised sellega seotud infot koondavaid avalehed, blogid, põhjalikumaid versioonihalduse, otsingutööriistad ning ka näiteks õiguste haldus keskselt administratiivselt keskkonnalt (Stefan Mordue, 2015).

Ühtsesse infokeskkonda peaks olema integreeritud / integreeritav sellesse sisu loomeks mõeldud tarkvarad, ja mitte ainult BIM mudeldamise, aga ka näiteks teksti- ja tabelitöötluse lahendused. See võimaldaks vahetumat infovahetust erinevate projekti osapoolte vaheliste protsesside läbiviimiseks – näiteks WIP staatuses ehitusinfomudel ja tellija/ehitaja CDE vaatest sellega sidus eelarvestuse moodul. Tänane praktika seda aga ei toeta, kuna infovahetust korraldatakse failide vahetamise läbi. (Stefan Mordue, 2015)

Põhimõttelised tegevused CDE rakendamisel (Aconex, 2015):

1. projektile endale seatud lõpptulemust kirjeldavate eesmärkide seadmine (tellija);
2. eesmärkidele ja sellest tulenevalt vajadustele vastava CDE valimine ja projektipõhine kokkuleppimine, et kõik meeskonnaliikmed oleksid teadlikud ja ka kohustatud selles töötama. Konkreetne valitav CDE keskkond võib pakkuda lahendust failide põhisele projektdokumentatsiooni haldusele, mudelite koordineerimisele ja nendes koostööle, vahetuks meeskonnapõhiseks suhtlemiseks ja tööde planeerimiseks;
3. koostööreegleid kirjeldavate, näiteks PAS1192 ja BS1192, kaasamine ja rakendamine;
4. tellija eesmärgi kirjeldavas dokumendis (EIR) kokkuleppimine;
5. projektipõhise BIM rakenduskava (BEP) loomine;
6. veendumine, et kõik projektiga seotud informatsiooni vahendamiseks seotud isikud ja seda toetavad tehnoloogilised lahendused oleksid dokumenteeritud;
7. järjepidev reeglite täitmise jälgimine.

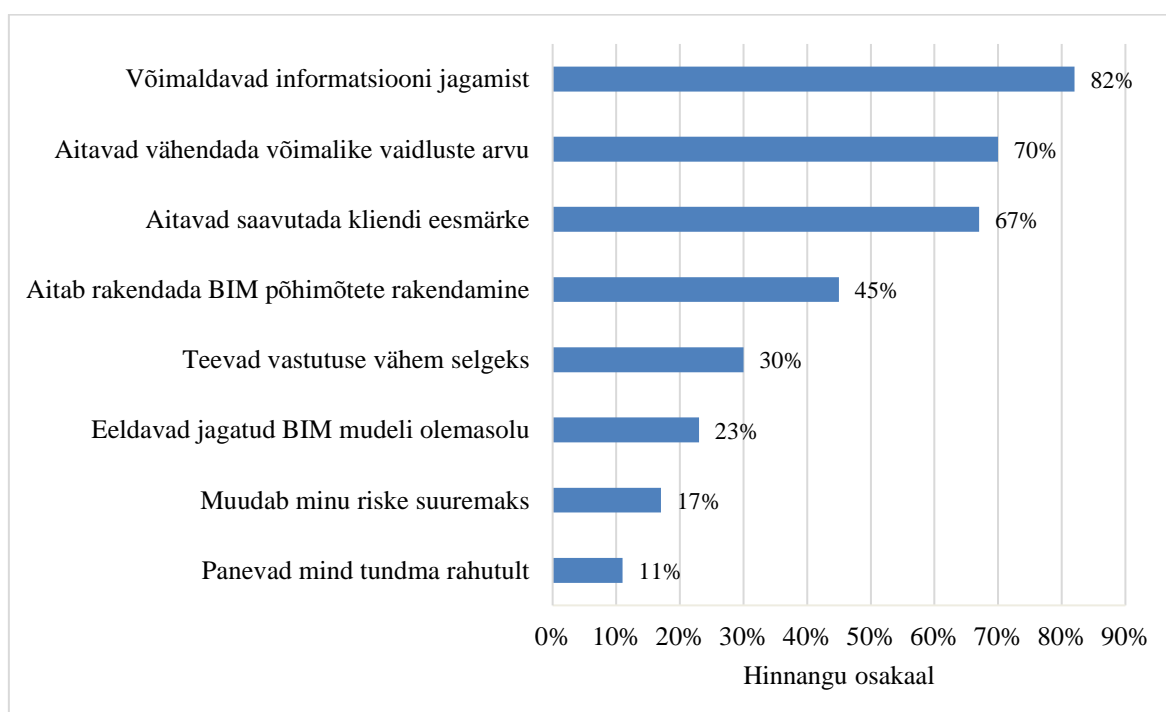
Dokumentide haldusega seotud soovitusel (ADEB-VBA, 2015):

- kui tegemist pole ei projekteerija ega ehituse peatöövõtjaga, piisab sisu väljajagamisel sellele ka ainult lugemisõiguste andmisest;
- kui on tehniliselt võimalik, lubada sisule märkuste ja kommentaaride tegemist;
- kui on nõutud teatud sisukomplekti etapiti formaalne esitus ja kinnitus, peaks olema võimalik selle sisu „sulgemine“. Seejuures peavad olema välja toodud ja fikseeritud autor, kuupäev, versioon ja muutuste loetelu;

- dokumendihalduse tehniline ja korralduslik reeglistik peaks olema kirjeldatud BEP dokumendis;
- peaksid olema arhiveerimise lahendused nii projekteerimise ja ehituse kestel kui ka seejuures nende hilisemal kasutamisel hoone haldusel.

1.4.5. Rakendamise hinnangud

Kuna Suurbritannia (UK) valitsus võttis juba 2011. aastal eesmärgiks²¹ alates 2016. aastast nõuda kõikide avaliku sektori riigihangetega konkreetsete BIM ühiskoostöö infovahetuse reeglite, BIM Level 2, jälgimist, võiksid nende seniste kogemuse tulemused²² anda tagasisidet nende eesmärkide saavutamiseks seatud põhimõtetele (Joonis 14).



Joonis 14. Süvendatud koostööprojektide eelised? Nõustumine, et süvendatud koostööga projektid ... (NBS, 2018 lk 14).

NBS BIM Report 2018 järgi on tänaseks üldtunnustatud, et BIM Level 2 tasemele seatud nõuded on saanud riikliku, aga sageli ka avaliku sektori hangete oluliseks osaks. Selles seatud põhimõtted on saanud üldtunnustatuks, küll aga ei pruugi need olla veel kõigi poolt lõpuni mõistetavad (NBS, 2018 lk 10). Kokku 41% hindas tänast seisust vähemalt „üsna edukaks“, ülejäänud aga olid pigem negatiivsed. Samas kui küsitletud hindasid seatud

²¹ Government Construction Strategy (May 2011)

²² National Construction Contracts and Law Report 2018 ja BIM Report 2018

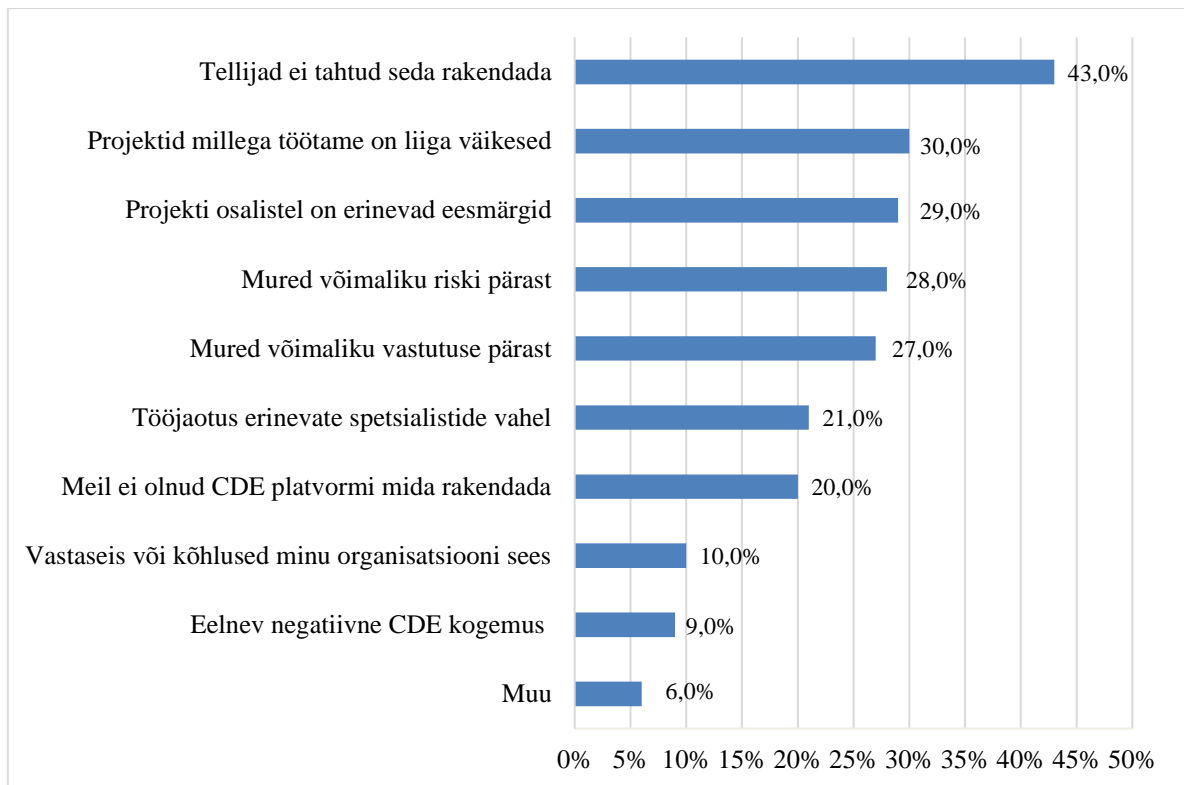
mandaati pigem ebaõnnestunuks, oli selle põhjuseks peaaegu alati see, et nende hinnangul polnud riik teinud piisavalt selleks, et seatud nõudeid selgitada, propageerida ja ka nõuda, mitte kaheldes nende seatud eesmärkide endi põhimõtetes ja vajalikkuses. (NBS, 2018)

NBS Law Report 2018 tulemused (NBS, 2018) näitasid, et ühiskoostöö teostamise suurim risk on selles, kui seatud eesmärkides ja tingimustes ei ole eelnevalt kokku lepitud. Seega tuleks lepingutes paika panna: 1) kes vastutab ja kuna on selleks tähtaeg ning 2) kellega, kuidas ja kuna tuleb seejuures koostööd teha?

Joonis 14 tulemustest võib järeldada seda, et ehitusvaldkond näeb ühiskoostöö teostamisest tekkivat kasu ja nõustub faktiga, et selle rakendamine aitab vähendada võimalike vaidluste arvu ning saavutada paremini kliendi eesmärke.

Vähem selge on aga BIM rakendamise osatähtsus nende eesmärkide saavutamisel. Kuigi BIM on loodud selleks, et hõlbustada ühiskoostöö teostamist tänu selles olevale standardiseeritud kujul informatsioonile ja protsessidele, nõustusid vaid 45% vastanutest väitega, et BIM on ühiskoostöö teostamiseks vajalik ja vaid 23% sellega, et ühiskoostöö eeldaks jagatud mudeli olemasolu. Seda võivad põhjustada aga mitmed tegurid, näiteks et BIM-i tuleks rakendada koos ühiskoostööl põhinevate lepingutega, samuti et BIM kasutus peaks olema rakendatud kõigi projekti seotud osapoolte poolt, ja seda alates planeerimisest ja projekteerimisest kuni ehitusetööde korralduseni välja. (NBS, 2018 lk 14)

Ühiskoostöö, nagu enamus küsitluses (Joonis 14) osalenutest nõustub, pakub selgeid eeliseid, aga üle kolmandiku selle põhimõtteid siiski ei rakenda – miks ei ole need laialdasemalt levinud? Peamiseks põhjuseks on asjaolu, et viimase 12. kuu kogemuste põhjal (Joonis 15) hindas 43% vastanutest probleemiks tellija soovimatust seda rakendada. Samal ajal 67% küsitlusest (Joonis 14) nõustusid väitega, et just ühiskoostöö võiks aidata tellija seatud eesmärkide saavutamisel. Sellest tulenevalt saab järeldada seda, et tellija peab omama tänasest paremat ettekujutust võimalikest selle rakendamise kasuteguritest. (NBS, 2018 lk 15)



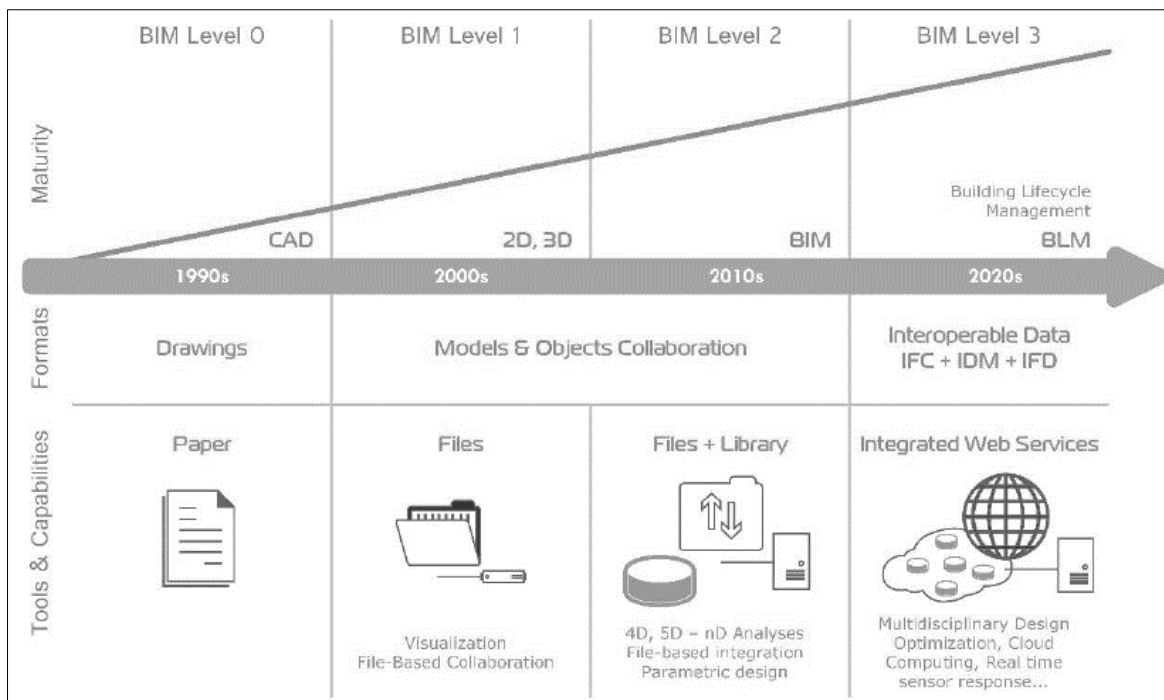
Joonis 15. Mis hoidis sind viimasel aastal tagasi kasutamast oma rohkem ühiskoostööd? Valida sai mitme vastusevariandi vahel (NBS, 2018).

1.5. Ühtse infokeskkonna loomise infotehnoloogiline taust

1.5.1. Üldpõhimõtted

Tänane koostöö ja ühilduvus toetuvad suuresti omavahelisele failikonteinerite vahetamisele (Joonis 16, BIM Level 1 ja 2) ja sellepärast on oluline tagada failiformaatides ja andmevahetuse reeglites universaalsed lahendused. Tulevik (Joonis 16, BIM Level 2 ja 3) liigub aga suurema integratsiooni suunas, kus on vajadus nii erinevate tark- kui ka riistvarade reaalajas koostöömiseks ning selles peavad liikuma andmed, mitte neid tänasel päeval edasi kanda aitavad failikonteinerid.

Enamik täna CDE keskkondadest ei võimalda otseühendust veel töös olevalt (WIP) sisu kvaliteeditasemelt väljajagamist koostööks mõeldud jagatud keskkonda. Põhjuseks on see, et tänased projekteerimistarkvarad ei integreeru otse nende keskkondadega, eranditeks on mõned konkreetsete arendajate projekteerimis- ja näiteks teksti- ja tabelitöötlustarkvarad, mis integreeruvad nende ettevõtte enda poolt loodud CDE keskkondadesse.



Joonis 16. BIM Levelid ja nendega seotud tarkvaralise integratsiooni tase (Eve S. LIN, 2015).

Kuna aga projekteerijad teevad just projekteerimise algusetappides olulisemaid otsuseid, oleks selliseks vahetuks suhtluseks suur vajadus. (Stefan Mordue, 2015)

Samuti on viimastel aastatel ehitusvaldkonnas näha laialdast riistvaraliste (näiteks droonid, punkt pilved) lahenduste tekkimist, millede abil info võiks vajadusel jõuda otse projekteerimistarkvaradesse, andmaks vahetut sisendit selle alusel projektlahenduste loomiseks (Hertzman, 2018).

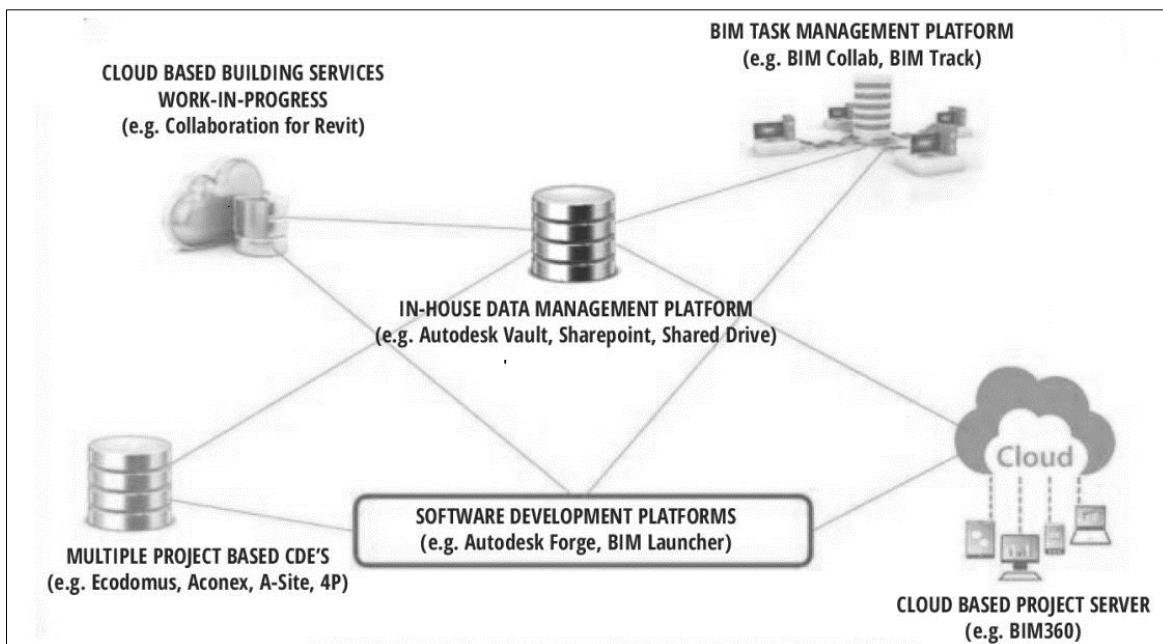
Kõik need erineval tasemel formaadid (Joonis 16, Formats) ja tehnoloogiad peavad maksimaalse efektiivsuse saavutamiseks suutma omavahel informatsiooni vahetada, mis on aga kompleksne IT-tehniline ülesanne.

1.5.2. Erinevate infokeskkondade omavaheline integratsioon

Alates aastast 2011, kui UK seadis eesmärgiks BIM Level 2 saavutamise, on paljud tarkvaraarendajad loonud neile nõuetele vastata püüdva CDE platvorme (AEC Magazine, 2018).

Nendeks on näiteks ehitusvaldkonna kui terviku tarbeks loodud ProjectWise ja BIM 360, aga ka universaalsed, valdkonnaspetsiifiliste funktsioonideta lahendused, nagu näiteks Sharepoint ja Dropbox. Projekteerimistevõttele on suunatud näiteks BIM 360 Design ja ProjectWise, konkreetselt ehitajatele aga Viewpoint, Aconex ja BIM 360 Build (NBS,

2018). Samuti võimaldavad need platvormid neisse sageli sisse ehitatud API liidestuste abil kaasata ka kolmandate osapoolte tarkvaralisi lahendusi – suund on, et „tarkvarade süsteemid“ (Joonis 17) peaksid asendama ühe ja ainukese, konkreetse tarkvaraarendaja loodud suletud kujul terviklahendust pakkuda püüdva lahenduse, avatud ja integreeritavate süsteemidega (AEC Magazine, 2018).



Joonis 17. Näide erinevate infokeskkondade integratsioonist – omavahel seotud CDEd (Read, 2018).

Ühtne infokeskkond võib, aga sageli paratamatult ka peab, seega koosnema mitmetest erinevatest CDE lahendustest (Joonis 17):

- ettevõtte keskne andmehalduskeskkond (*In-house data management platform*) – näiteks universaalne projektijuhtimise ja pilvepanga lahendus Microsoft Sharepoint, võiks olla ühendavaks lüliks kõigi erinevate kasutusel olevate spetsiifilisemate CDE keskkondade vahel;
- sisuloome tarkvarad (*Cloud Based Building Services, WIP*) – tarkvarad, mis võimaldavad siduda sisuloome CDE keskkonnaga. Näiteks Autodesk BIM 360 Design, mis võimaldab sellesse ühendada mudelprojekteerimiseks mõeldud Autodesk Reviti või teksti- ja tabelitöötluks loodud Microsoft Office ja sellega seotud CDE keskkond Microsoft Sharepoint;
- BIM koordineerimise tarkvarad (*BIM task management platform*) – koondmodelite haldust ja koordineerimise võimaldavad tarkvarad koos oma CDE keskkondadega. Näiteks BIMCollab, BIM Track ja BIM 360 Model Coordination ja Trimble Connect;

- erinevad projekti ja/või konkreetse eesmärgi/suunitluse kohased CDE keskkonnad (*Multiple project based CDE's*) – näiteks hoonete halduseks mõeldud Ecodomus, ehitajale mõeldud Aconex ning erinevaid sihtgruppe kattev modulaarne BIM 360;
- pilvepõhine server (*Cloud based project server*) – näiteks BIM 360 Document Management, Trimble Connect, Dropbox, OneDrive, Sharepoint;
- arendusplatvormid (*Software development platforms*) – näiteks Autodesk Forge ja BIM Launcher, mida on võimalik integreerida omakorda erinevatesse kolmanda osapoole tarkvaralahendustesse.

Erinevate tarkvaraplatvormide ja nendega seotud CDE keskkondade sidustamine nõuab mõlema suunalist API lahenduste olemasolu või nende loomist, seetõttu võib see nõuda põhjalikku tarkvaraarendust. Erinevate sidustatud CDE keskkondade tervikut võiks aga nimetada ka integreeritud halduskeskkonnaks²³ (Read, 2018).

1.5.3. Ühtsed infokeskkonnad ja universaalsed pilvepangad

ÜLDPÕHIMÕTTED

Tänapäeval on CDE keskkonnad sageli vaid faili- ja dokumendihalduse keskkonnaks, millele seatavad põhinõuded aga peaksid olema järgmised (ADEB-VBA, 2015):

- võimaldama andmefailide kogu struktureerimist, näiteks kaustapuu abil;
- tagama kasutajate arvu- ja asukohapiiranguteta ligipääsu dokumentidele ja mudelitele;
- sisaldama andmete seotud personaliseeritud informatsiooni. Nagu näiteks selle autorluse ja vastutuse funktsioonid ning ka muutmis- ja vaatamislogi;
- võimaldama unikaalset, kronoloogilist ja selle muutmist mitte võimaldavat infovahetuse logi. Samuti näiteks etapiti versioonide fikseerimise lahendusi;
- sisaldama sisseehitatud versioonihalduse lahendust;
- automaatse arhiivinduse olemasolu;
- kasutajapõhise juurdepääsusüsteemi olemasolu ja selle keskse haldamise võimekus;
- infofailide kinnitusvoorude teostamise võimekuse integratsioon.

²³ IME (*Integrated Management Environment*) – integreeritud halduskeskkond

Täiendavad funktsioonid (ADEB-VBA, 2015):

- täiustatud sidusrühmade juhtimine, sealhulgas nende vastutus ja õigused;
- osa- ja koondmudelite haldus ja vaatamine sisseehitatud veebikeskkonnas;
- tasuta vaaturrežiimi olemasolu.

Selleks, et saavutada aga BIM Level 3 taset, peaksid CDE keskkonda vahetult integreerima ka kõik muud infokanalid ja neid infovooge luua aitavad tarkvarad (Stefan Mordue, 2015). Olemasolevaid terviklikumaid CDE keskkonna lahendusi projekteerimisettevõtetele tutvustatakse järgmises alateemas.

ÜHTSED INFOKESKKONNAD PROJEKTEERIMISVALDKONDA

Järgnevalt on näitena välja toodud ühtset infokeskkonda luua võimaldavad platvormid, mis sisaldavad vähemalt projekteerimisettevõttes vajaminevat CDE printsiipidele vastavat dokumendihalduse võimekust, sealhulgas võimaldades töös oleva (WIP) etapi koostöö teostamist. Viimane võib eeldada integratsioonide olemasolu projektipõhiselt kasutatavatesse projekteerimistarkvaradesse.

Autodesk BIM 360 Design

On üheks mooduliks Autodesk BIM 360 elukaareülest terviklahendust pakkuda lubavasse CDE keskkonda. Design moodul on mõeldud toetama selles projekteerimisprotsessi. See võimaldab pilvepõhist mudelis ühiskoostööd ja andmete talletamiseks kesket projektipanka.

Põhikomponendid (Autodesk Inc, 2018):

- Autodesk Revit integratsiooniga pilvepõhine koostöökeskkond (Revit Cloud Worksharing). Koondmudelite hoiustamine ja selles töö korraldus;
- projektipank ja selles mudelite ja teiste dokumentide korraldust teha aitav moodul koos veebi- ja mobiilseadmete toega. Lisaks pilvepõhise projektipanga operatsioonisüsteemi „võrgukettana“ liidestamise tarkvara olemasolu;
- projekteerimisprotsessi läbiviimist korraldada aitav keskkond.

Ühiskoostöö teostamise protsesside aluseks on programmi sisse ehitatud²⁴ BS 1192:2007 + A2:2016 standardis dokumendihaldusele seatud põhimõtetel baseeruv BIM Level 2.

Bentley ProjectWise

Bentley ProjectWise on ehitusvaldkonna projektide koostöö tõhustamiseks loodud tarkvara, mis on arendatud kogu ehitise elutsükli silmas pidades.

ProjectWise on keskseks platvormiks, mille abil saavad projektimeeskonnad hallata ja jagada projektiga seotud andmeid ning ehitusinfo mudeleid. Tarkvara võimaldab CAD, BIM ja georuumilise projektiinfo haldamist tänu integratsiooni olemasolule erinevatesse BIM projekteerimise rakendustesse.

Ühiskoostöö teostamise protsesside aluseks on programmi sisse ehitatud²⁵ ja ka selles vaikesätteks olev standard BS 1192:2007 + A2:2016.

UNIVERSAALSED PILVEPANGAD

Vähemkeerukate projektide tarbeks on võimalik kasutada ka projektijuhtimiseks ja andmetalletuseks mõeldud universaalseid CDE põhimõtteid rakendada lubavaid pilvepangasid (näiteks Sharepoint, Dropbox). Nende eeliseks on ka võimalikkus neid rohkem enda vajadustele vastavaks kohandada (NBS, 2018).

Microsoft Sharepoint / OneDrive for Business

Universaalne projektijuhtimist ja pilves andmetalletust võimaldav platvorm (Microsoft Corporation, 2018):

- võimaldab sisuloomet ja koostööd teksti- ja tabelarvutuste baasilt, samuti e-kirja ja ajaplaneerimist ning teisi projektijuhtimise tööriistu. Office 365 for Business sisaldab muuhulgas Word, Excel, Outlook, Teams ja Planner tarkvarasid;
- pilvepõhine projektipank koos selles meeskonnatöö läbiviimise lahendustega. Võimaldab muuhulgas luua ka erinevaid veebipõhiseid keskkondi. Isiklike tööalaste failide salvestamiseks on olemas OneDrive for Business;

²⁴ Autodesk BIM 360 - WHAT IS BIM LEVEL 2? ...GLAD YOU ASKED [märksõnaviide]

²⁵ Bentley LEARNserver - ProjectWise Workflows and a Common Data Environment Learning Path [märksõnaviide]

- kolmandate osapoolte lahenduste kaasamise võimekus. Näiteks Microsoft Graph koondatavate võimaluste läbi erinevad API-liidestused.

Dropbox

Universaalne pilvepank koos sisseehitatud integratsioonide platvormiga selle liidestamiseks erinevatesse kolmanda osapoole projektijuhtimise lahendustesse (Dropbox, Inc, 2018):

- pilvepõhine projektipank;
- integratsiooniks on loodud DBX Platform nimeline API tugikeskkond. Selle läbi on võimalik Dropbox funktsionaalsuse suurendamine või selle liidestamine teistesse keskkondadesse.

1.5.4. Infovahetuse korralduse tehnilised võimalused

ÜLDPÕHIMÕTTED

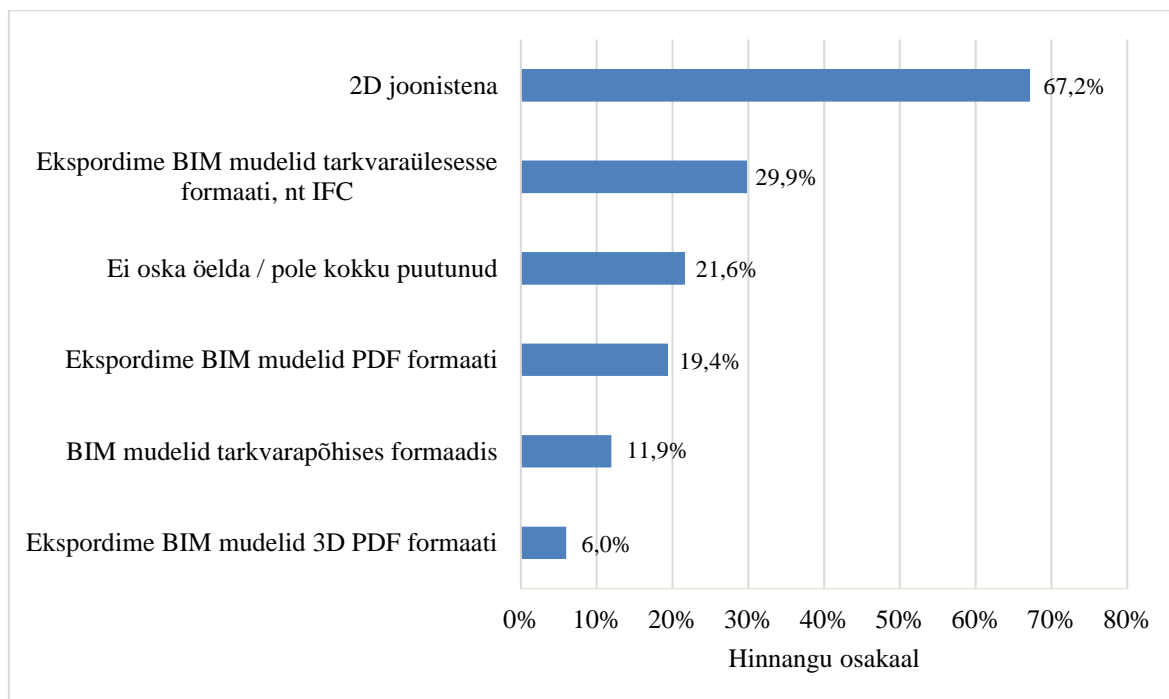
Infovahetuse korraldamises on mitmeid erinevaid eesmärgi ja vorme – tulenevad need siis kas konkreetsetest vajadustest (põhimõtteline otsus) või hoopis võimalustest (tehniline võimekus). Erinev võib seejuures olla tehniline vorm, näiteks kas infovahetus toimub konkreetse failikonteineri (nt PDF, IFC, RVT²⁶) või hoopis reaajas tarkvarade vahelise andmevahetuse (näiteks API liides) läbi. Samuti võib erisus tulla sellest, kas kasutatakse avatud (näiteks PDF, IFC) ja omavahel ühilduvaid formaate ja standardeid või hoopis konkreetseid tarkvaraspetsiifilisi (nt RVT, PLA²⁷) lahendusi.

Konkreetse valiku tegemine võib tuleneda sellele tegevusele seatud eesmärgist. Näiteks projekteerimise kestel on sageli oluline vahetada infot originaaltarkvaras ja/või keskkonnas, võimaldamaks ühiskoostöö samaaegset teostamist ühes ja samas mudelis või edastamiseks failikonteineri abil nii, et selle sisu oleks võimalik omakorda edasi arendada (nt RVT, DWG). Kui infot edastatakse teistele projektiosalistele üksnes paralleelseks lähteinfo (näiteks koondmudeli kasutus) või tellijaga suhtluseks ja ka lõpptulemuse vormistamiseks, võib kasutada ka edasiarendamist mitte võimaldavaid avatud failikonteinereid nagu näiteks 2D puhul PDF ja 3D korral IFC.

²⁶ RVT – mudelprojekteerimise tarkvara, Autodesk Revit, originaalfail

²⁷ PLA – mudelprojekteerimise tarkvara, Graphisoft ArchiCAD, originaalfail

Usesoftis 2016. aastal läbi viidud küsitlusuuringus uuriti (Joonis 18) muuhulgas seda, millisel kujul väljastavad projekterijad projekti oma tellijale. Põhimõttelt populaarseim on nende edastamine 2D kujul olevate joonistena. Mudeli edastamisel oli aga populaarseimaks (29,9%) nende IFC kujule salvestamine. Originaaltarkvaras mudeleid jagas välja 11,2% vastanutest ning 3D PDF kasutas selleks 6%.



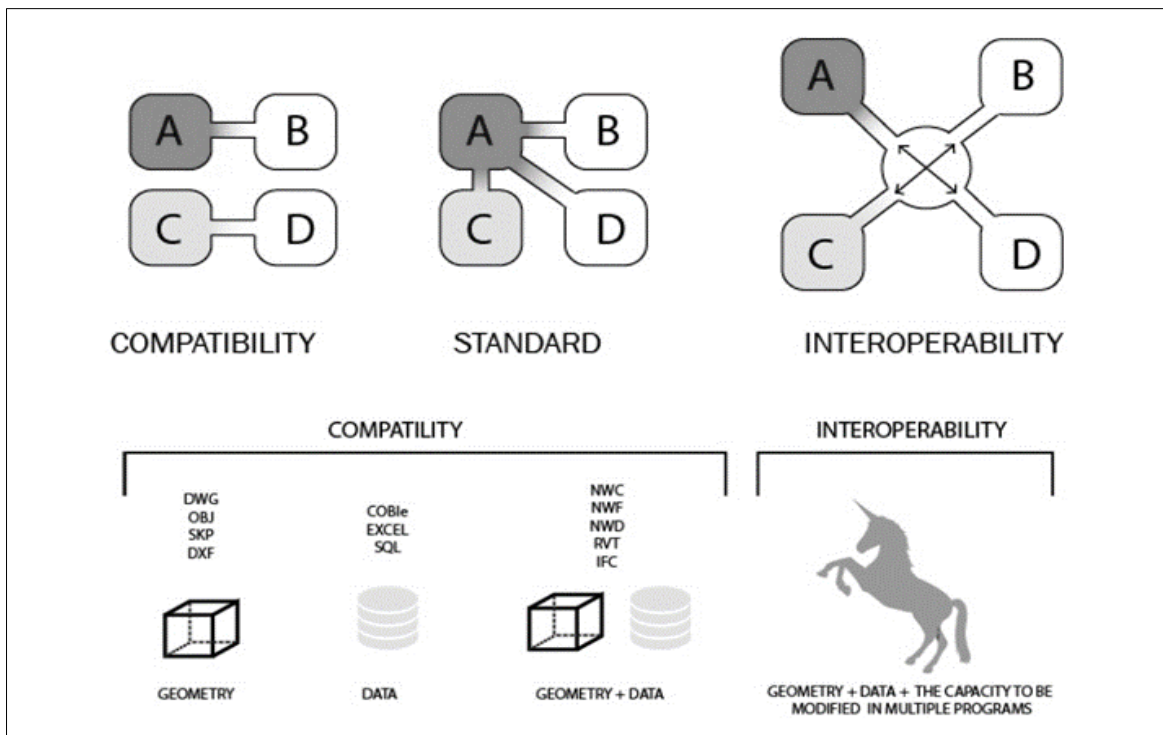
Joonis 18. Millises formaadis väljastate infot oma tellijale (ehitaja/haldaja). Sobivate väidetega nõustumine. Vastajaid kokku 134 (Usesoft AS, 2016).

JBknowledge 2017 Construction Technology Report uuris, kuidas vahetavad ehitussektoris tegutsevad osapooled omavahel üldisi andmevälju olukorras, kus kasutatavad tarkvarad omavahel ei ühildu. Peaaegu pooled (48,7%) vastanutest teevad seda käsitsi, populaarsuselt järgmisena teostatakse andmevahetus tabelivormis andmekonteinerite abil (42,6%) ning 32,9% juhtudest toimub andmevahetus CSV²⁸ formaadis. Neljandik (25,2%) kasutas selleks aga ise loodud tarkvaraliidestust (API). Välja on toodud ka emaili teel infovahetuse korraldus - seda käsitsi informatsiooni edastamise viisi kasutas 15,9% vastanutest. (JBknowledge Inc, 2017)

²⁸ CSV (*Comma-Separated Value*) – Universaalne andmeedastusformaad, mida kasutavad paljud kontori- ja andmetöötlusvahendid.

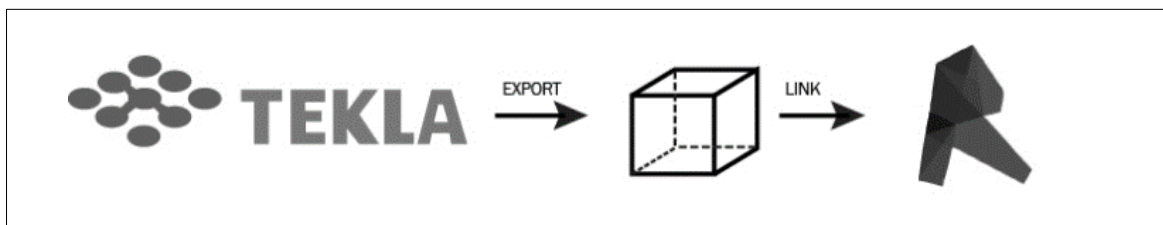
TARKVARADE SIDUSTAMISE LAHENDUSED

Võimalusi, kuidas erinevad tarkvarad saaksid omavahel suhelda (Joonis 19) on palju, kuid üldjoontes jaguneb see ühilduvuseks, standarditel põhinevaks suhtluseks ja ideaalis ka koostalitusõimeks.



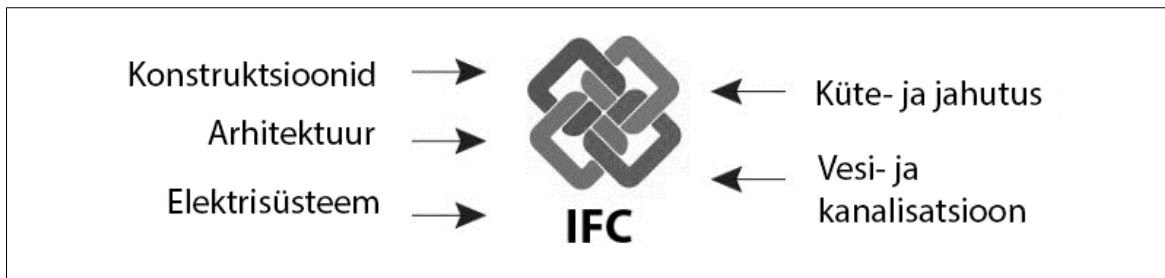
Joonis 19. *Compatibility* (ühilduvus); *Standard* (standard); *Interoperability* (koostalitusvõime) (Noves, 2017).

Ühilduvus (*Compatibility*) – on näiteks kahe erineva (Joonis 20) tarkvaraarendaja poolt loodud projekteerimise platvormide vahelise otseühenduse olemasolu. Põhilise funktsioonina tagab see ajakohasena mudeligeomeetria ülekandmise teise keskkonda, võimaldamaks seeläbi näiteks ristumiste vältimist. (Noves, 2017)



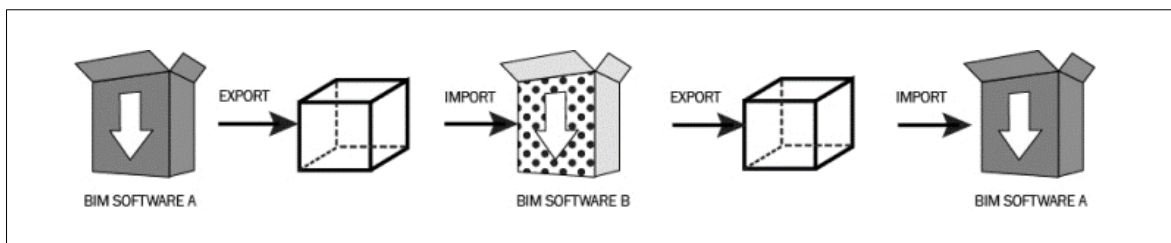
Joonis 20. Ühilduvus tarkvarade vahel (Noves, 2017).

Standard (*Standard*) - üks näide (Joonis 21) standardist on buildingSMART ja selle poolt loodud ja levitatav IFC, mis aitab selle konkreetse ühise digitaalse keele kasutuse läbi vahetada avatud vormingus informatsiooni läbi terve ehitusprotsessi kuni halduseni välja (Noves, 2017).



Joonis 21. Ühise kokkulepitud standardi kasutamine.

Koostalitlusvõime (*Interoperability*) - arvutiprogrammide võime (Joonis 22) vahetada, jagada ja kasutada toodete/projektide digitaalseid andmeid ideaalis üle kogu ehitise informatsiooni elukaare. Sellise taseme süsteemis suudavad erinevad tarkvarad ja nende vahelised liikuvad infokogumid omavahel suhelda nii, et seatud reeglite alusel suudaksid need teha automaatseid omavahelisi muudatusi vastavalt lõpptulemile seatud eesmärkidele. (Noves, 2017)



Joonis 22. Tarkvarade koostalitlusvõime – mõlema-suunaline info liikuvus läbi tarkvarade (Noves, 2017).

Erinevate tööstuste ülene infosüsteemide koostalitlusvõime annaks märkimisväärse eelduse kõikide valdkondade ülese suhtluse abil edu saavutamiseks (David Owens, 2018). Juba tänasedki olemasolevad tarkvarad, nagu näiteks Dynamo, Generative Components, Google Flux, Grasshopper või ka BIM 360, ei taga mitte ainult erinevate platvormide ja valdkondade vahelist infovahetust vaid võimaldavad ka lisada väärtust kõikide nende koondandmete baasilt tehtavate analüüside, monitoorimiste ja visualiseeringute läbi vajaminevate protsesside endi optimeerimiseks (Noves, 2017).

EHITUSVALDKONNA TARKVARADES ANDMEVAHETUS

BuildingSMART standardid

Ülemaailmselt tegutsev organisatsioon, mille eesmärgiks on ehitusvaldkonna efektiivsuse tõstmine, selleks avatud standardite loome ja nende juurutamise läbi.

Eesmärk on informatsioonivahetuse parendamisele kaasaaitamine läbi terve hoone elukaare, läbi kõigi selle osapoolte ja sõltumata sellest, milliseid tarkvaralahendusi selle juures kasutatakse. Selleks aidata luua avatud standarditele vastavaid kvaliteetseid ja seejuures ka masinloetavaid andmeid alates projekteerimise, ehitustegevuse ning kuni hoone hilisema halduseni välja. (BuildingSMART, 2018)

Põhilised standardid (BuildingSMART, 2018):

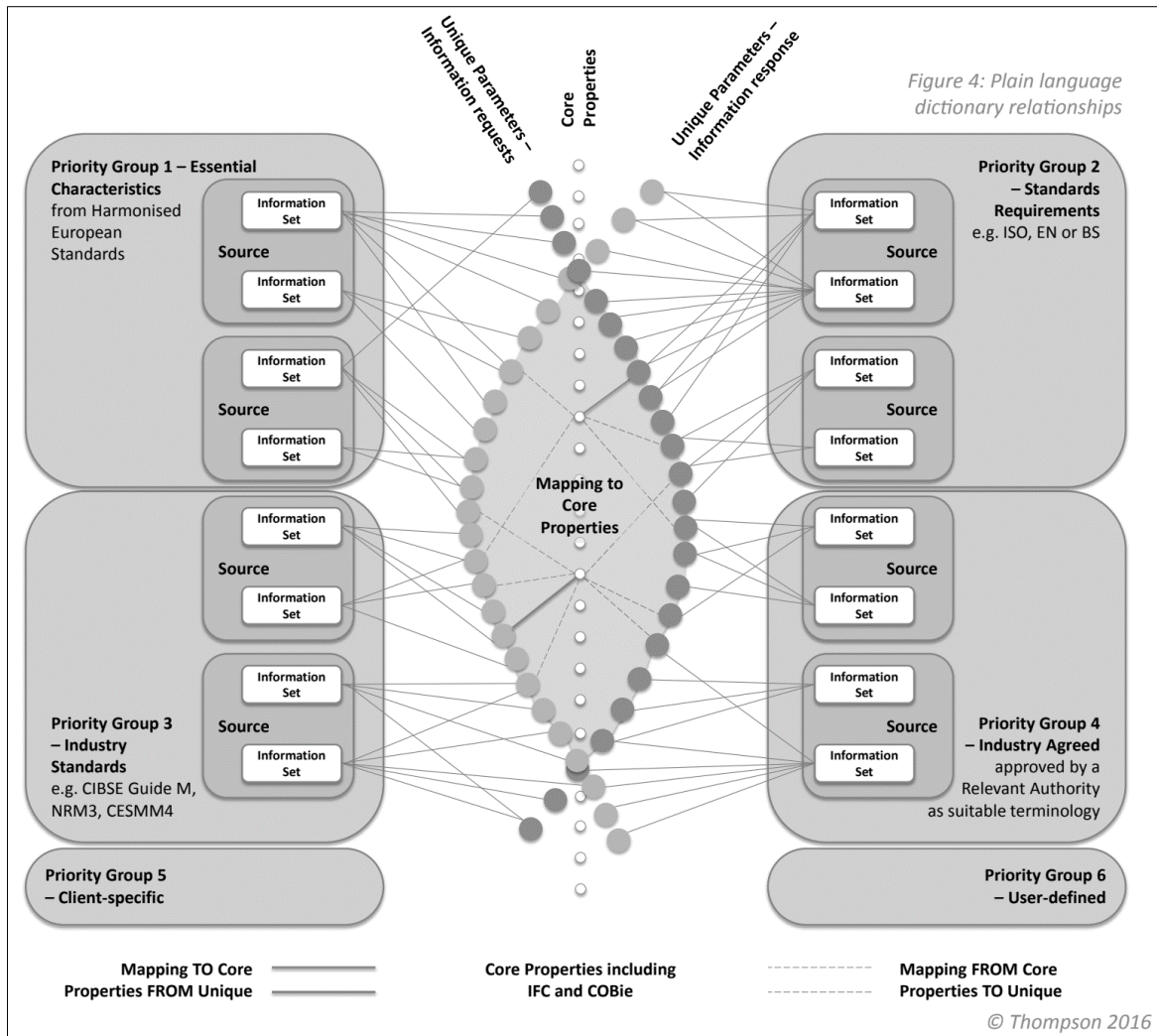
- **IFC** (*Industry Foundation Classes*) ISO 16739²⁹ - universaalne ja avatud mudelipõhise andmevahetuse (Joonis 23) failiformaat ehitussektoris kasutamiseks. IFC on rahvusvaheline openBIM standard, IFC4 läbi ISO standard;
- **BCF** (*BIM Collaboration Format*) - BIM koostöö formaat, mis võimaldab infovahetuse korraldamist põhiliselt mudelipõhiste muutuste ja infopäringute tarbeks. Rahvusvaheline standard ISO 16739;
- **IDM** (*Information Delivery Manual*) - protsesside standardiseerimine, eesmärgiga korrastada BIM kasutust ehitusvaldkonnas. Täpsustab järgnevat: 1) kuhu konkreetne protsess sobib ning mis on selles oluline, 2) kes on selle osapooled nii loomisel kui ka kasutamisel, 3) milline on loodav ning kasutatav informatsioon ja 4) kuidas peaks informatsioon olema toetatud tarkvaralahenduste poolt. Rahvusvahelised standardid ISO 29481-1³⁰ ja ISO 29481-2:2012³¹.
- **MVD** (*Model View Definition*) – on IFC vaatekuvade defineering;

²⁹ ISO 16739:2013 - Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries.

³⁰ ISO 29481-1:2016 - BIM -- Information delivery manual -- Part 1: Methodology and format

³¹ ISO 29481-2:2012 - BIM -- Information delivery manual -- Part 2: Interaction framework

- **IFD** (*International Framework for Dictionaries*) – rahvusvaheline baasalus erinevate keelte spetsiifiliste teabesõnastike loomiseks. Koondab infomodelite terminid, sõnavara ja atribuudid. ISO 12006-3:2007³²



Joonis 23. Erinevatele standarditele ühilduvuse saavutamine – IFC mapping (kaardistamine) (BIM Task Group, 2016).

OpenBIM

Avatud standarditel ja töövoogudel põhinev ehitiste projekteerimise, ehitamise ja haldusprotsessi lähenemine - OpenBIM on buildingSMART ja mitmete juhtivate tarkvaraarendajate initsiatiivgrupp, kasutamaks selleks avatud buildingSMART andmemudeleid (buildingSMART, 2018).

³² ISO 12006-3:2007 - Building construction -- Organization of information about construction works -- Part 3: Framework for object-oriented information

Klassifikatsioonisüsteem

Klassifikaator on täpselt kirjeldatud, üksteist välistavate ning number- või tähtkoodiga tähistatud kategooriate põhjalik ja korrastatud süsteem.

Eesti ehitusvaldkonnas puudub ühtne korralikult toimiv klassifikatsioonide süsteem. Need on kasutuses omavahel eraldiseisvatena ja kasutamiseks vaid üksikutes ehitusprotsessi osades, nagu projekteerimine ja ehitusprotsess (Soome TALO) ning eelarvestamine (Eesti Standardikeskus). MKM eestvedamisel on aga peagi loodamas ISO 12006-2:2015 põhjal baseeruma hakkav ja kaasaegsetele BIM vajadustele paremini vastav klassifikaatorite süsteem, mille loomisel tehakse koostööd Soome (praegu kasutusel TALO 2000), Rootsi (arendamisel CoClass), Taani (CCS), Norra ja Hollandi vastavate töögruppidega. (MKM Ehitus- ja elamuosakond, 2018)

COBie

COBie (*Construction Operation Building information exchange*) – rahvusvaheline infovahetusstandard kinnisvarahalduse alaste tarkvarade ühiseks infovahetuseks ja koostoimeks. On muuhulgas nõutud UK BIM Level 2 ühe ehitusprojekti valmimise järgse lõpptulemina selle kasutamiseks halduseks.

XML

XML (*Extensible Markup Language*) - laiendatav märgistuskeel, mille eesmärk on struktureeritud info jagamine infosüsteemide vahel. Märgistuste abil defineerib XML ühtseid dokumenditüüpe. Näiteks on see ifcXML baasiks.

CSV

CSV (*Comma-Separated Values*) – failiformaat millede veergudes on ajalooliselt olnud põhiliselt eraldajaks koma, millest pärineb ka lühend. Tegemist on olemuselt lihtsa ja universaalse failiformaadiga, mida kasutavad paljud erinevad kontoritarkvarad ja andmetöötlusvahendid.

API

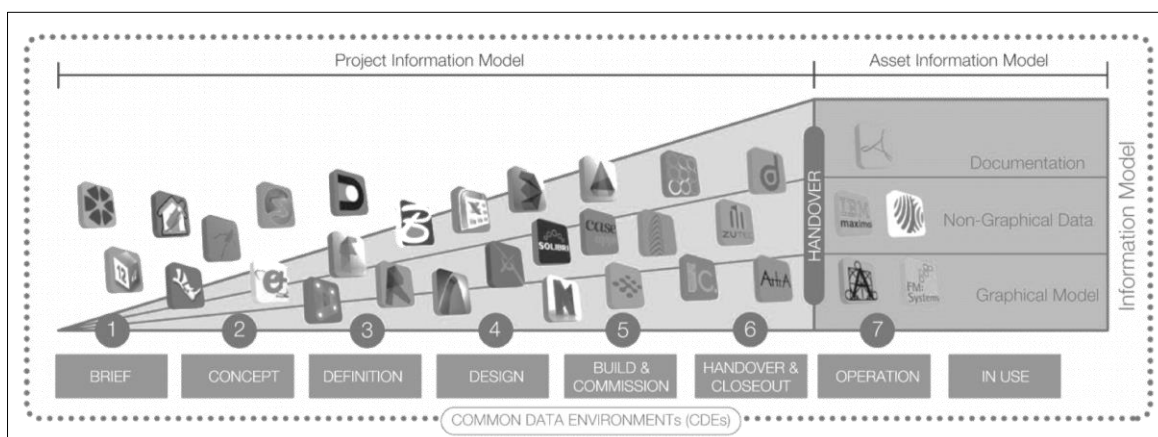
API (*Application Programming Interface*) - tähistab reegleid, mille alusel üks programm teisega suhtlema peab. Eesti keeles tuntakse ka nimedega API-liides või rakendusliides.

1.5.5. Tarkvarad ja nende ökosüsteemid

SISSEJUHATUS

Läbi hoone elukaare (Joonis 24) kasutatakse väga paljusid erinevaid tarkvarasid. Paljud neist on omavahel ühilduvad, kuuludes sellisel juhul aga sageli tarkvaraarendajate enda konkreetse valdkonna sidustoodete portfelli, või on ühildatavad, kasutades näiteks avatud failiformaate või API abil loodavaid liidestusi.

Halduse tarbeks antakse tellijale üle andmed (Joonis 24) aga põhimõttelt kolmel erineval kujul: 1) joonised, 2) mitte-graafilised materjalid (tabelid, seletuskirjad) ja 3) ehitusinfomudelid. Tarkvarade seisukohalt on oluline, et nii ehitise projekteerimise protsessi kestel kui ka lõppväljundina esitatud andmed, ühilduksid nende kasutajate soovitud eesmärke täitvate tarkvarasüsteemidega, ja oleksid seejuures ajas ka säilivad – eelistada (1.5.4. BuildingSMART standardid) tuleks avatud failiformaate.



Joonis 24. Erinevate tarkvarade kasutus läbi hoone projekteerimis- ja ehitusprotsessi ning sellest väljund halduse tarbeks (Holzer, 2016).

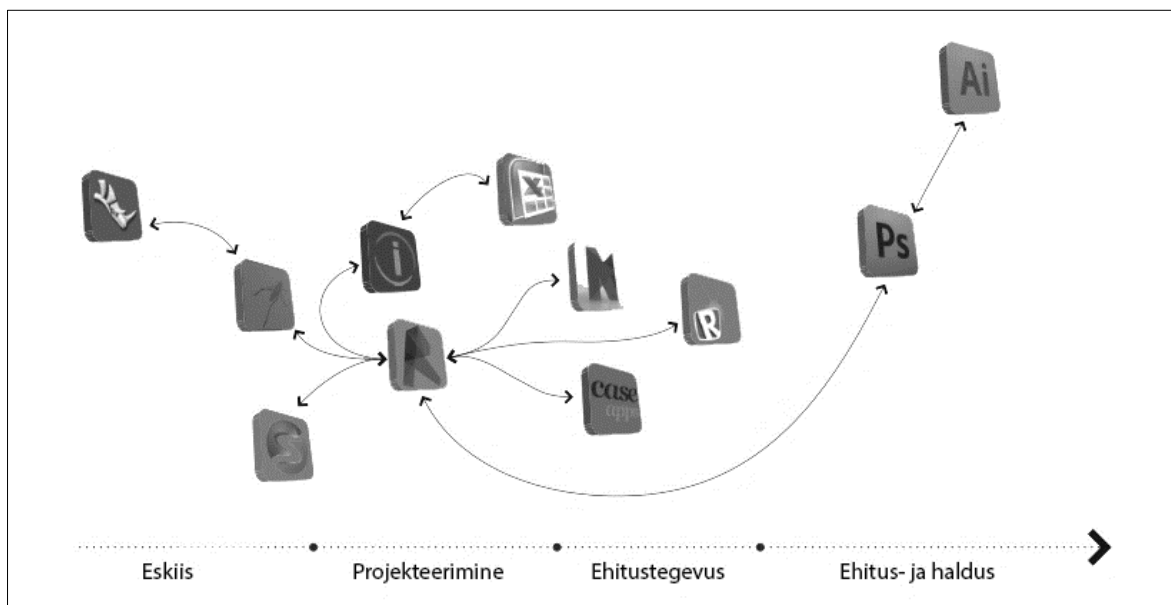
Ehitusvaldkonna lahendusi pakkuvad tarkvaraarendajad on liikumas erinevate tarkvarade suurema omavahelise integreerimise poole. Näiteks mõnedel juhtudel on juba loodud ühe arendaja tarkvaraplatvormi kolmandate osapoolte sidustamiseks nõndanimetatud rakendustepoode. Selle näideteks on nutiseadmete maailmas Apple teinud oma App Store ja Google oma Android seadmetele mõeldud Google Play analoogi.

Ehitusvaldkonnas on taolised platvormid/ökosüsteemid olemas näiteks ehitusvaldkonnale CDE projektijuhtimise keskkonda pakkuval Procore tarkvaral ning Autodeskil oma BIM 360 platvormi läbi. Taoline nõndanimetatud tarkvara ökosüsteemide tekkimine võimaldab pakkuda tänu suuremale omavahelisele integratsioonile näiteks ehitusvaldkonna elukaare

üleseid terviklahendusi – olemas oleksid kõik vajaminevad, ka kolmandate osapoolte erinevad tarkvarad alates skitseeringute tegemist võimaldavatest kuni halduseks pakutavate lahendusteni. Keskmeks oleks sellisel juhul aga konkreetse tarkvaraarendaja loodud platvorm, koos selles sageli keskseks oleva CDE andmetalletuseks ja -vahetuseks mõeldud keskkonnaga. (JBknowledge Inc, 2017)

Teine suurema integratsiooni saavutamiseks olev praktika on oma tarkvarade tooteportfelli kõigi olulisemate valdkonnatarkvarade toomine, sageli selleks neid ka konkurentidelt üle ostes (peatükk 1.5.5).

Omavahelise toodete põhimõtteliseks keskmeks (Joonis 25) võivad olla ka tänased tavapärased tarkvaralahendused, nagu näiteks BIM projekteerimiseks mõeldud Autodesk Revit. Taolise ühilduvuse võimaldab tänapäeval aga sageli failide baasilt infovahetuse korraldus.

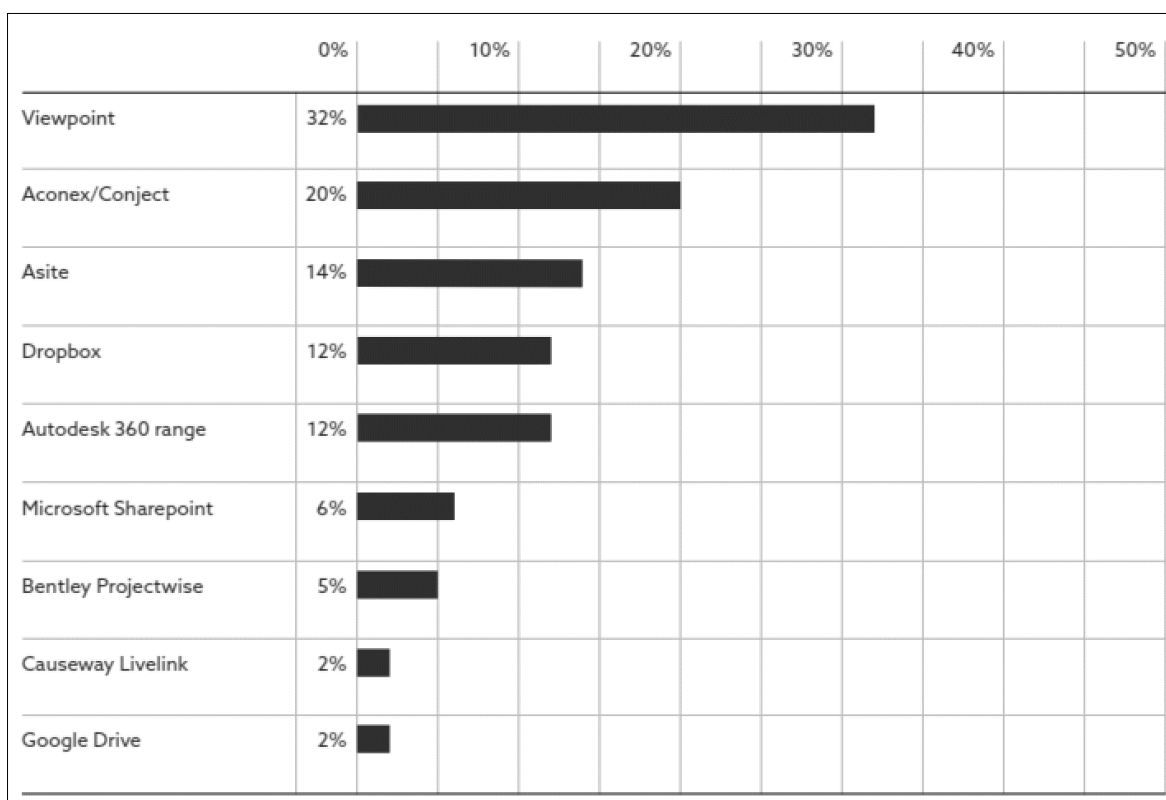


Joonis 25. Näide konkreetse tarkvaraga seotud lahenduste kohta läbi hoone elukaare (Holzer, 2016).

KASUTUSUURINGUD

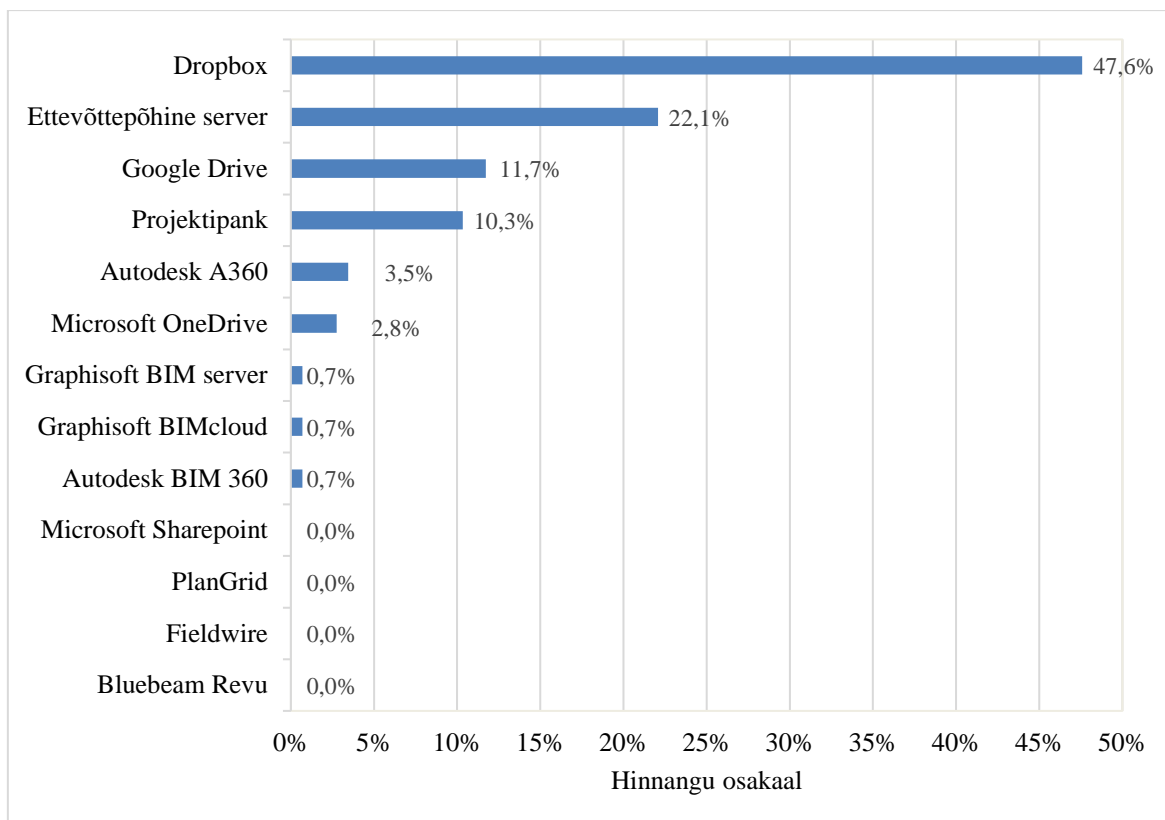
CDE keskkonnad

The National BIM Report 2018 viimases uuringus küsiti seda (Joonis 26), millist CDE keskkonda ehitusvaldkonnas enim kasutatakse. Selle järgi on UK populaarseimaks Trimble Viewpoint (kasutus 32%), mis pakub projektijuhtimise keskkonda ehituse peatöövõtuga tegelevatele ettevõtetele. Ka Eesti kontekstis tuntud ja projekteerimisvaldkonda sobida võivateks on Dropbox (kasutus 12%), Autodesk BIM360/A360 (kasutus 12%) ja Microsoft Sharepoint (kasutus 6%).



Joonis 26. Nimetage CDE keskkonnad mida kasutate? (NBS, 2018)

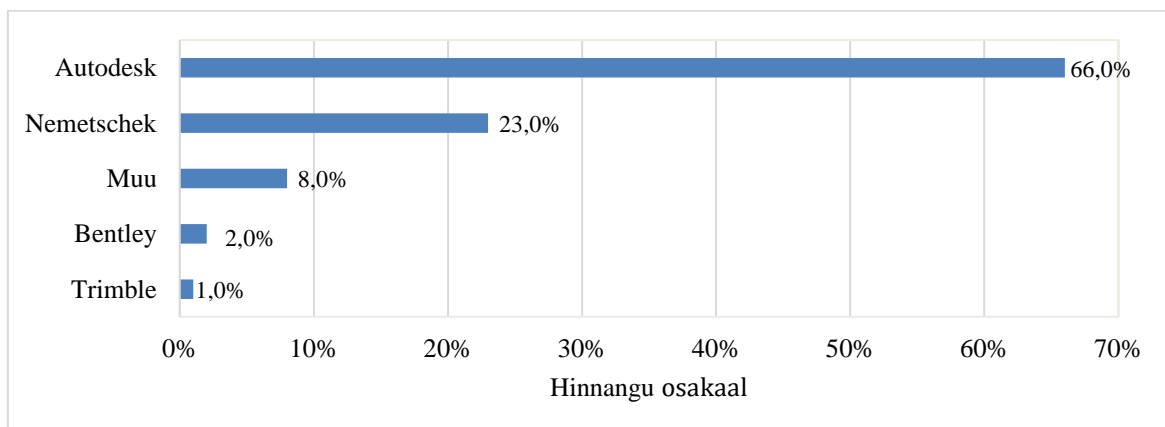
Usesoft 2016. aastal teostatud küsitlusuuringus (Joonis 27) oli aga populaarseimaks jooniste, mudelite ja muu projekti/ehitusinfo haldamise ja jagamise keskkonnaks Dropbox (kasutus 47,6%), selle järel ettevõttepõhise serveri kasutamine (kasutus 22,1%), populaarsuselt kolmandana aga Google Drive (kasutus 11,7%).



Joonis 27. Millist tehnilist lahendusi kasutate jooniste, mudelite ja muu projekti/ehitusinfo haldamiseks ja jagamiseks. Vastajaid 145 – 100% (Usesoft AS, 2016).

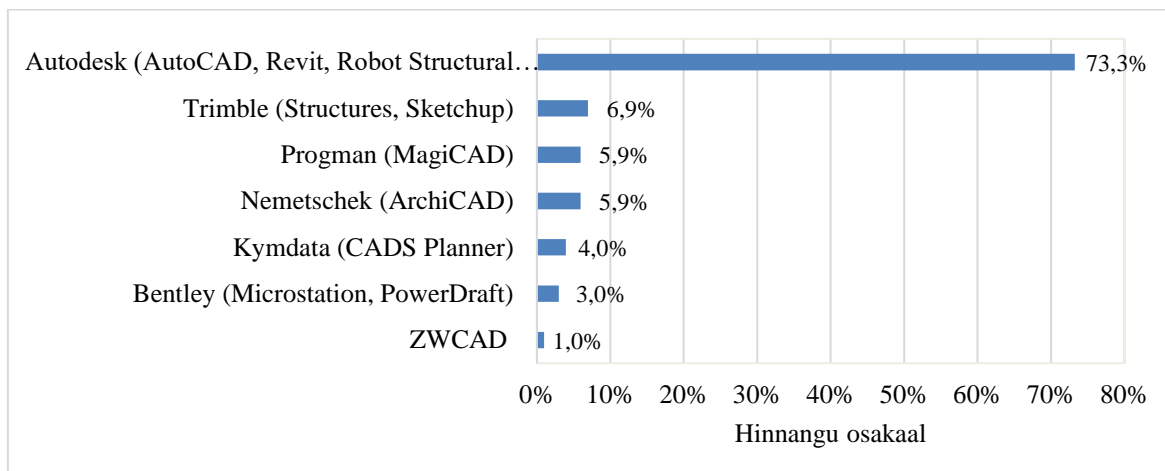
Projekteerimistarkvarad

The National BIM Report 2018 järgi (Joonis 28) on populaarseimaks joonestamiseks/mudeldamiseks põhilisena kasutatava tarkvara platvormiks Autodesk (kasutus 66%), järgneb 23% kasutusega Nemetscheck, kellele kuulub alates 2006. aastast muuhulgas ka Graphisoft ArchiCAD (NBS, 2018).



Joonis 28. Milline on Teie joonestamiseks / mudeldamiseks põhiliselt kasutatav tarkvaraplatvorm? (NBS, 2018).

Usesoft küsitluse (Joonis 29) järgi on samuti populaarseimaks tarkvara platvormiks Autodesk (73,3%), millele järgneb Trimble (kasutus 6,9%) (Usesoft AS, 2016).

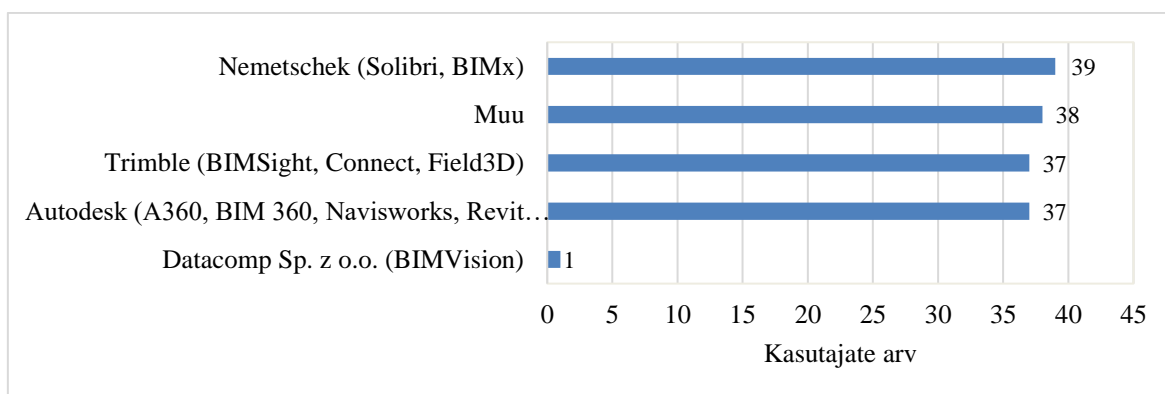


Joonis 29. Milline on Teie ettevõttes projekteerimisel peamise töövahendina kasutusel olev tarkvara? Vastajaid 157 – 100% (Usesoft AS, 2016).

Sealhulgas oli Revit osakaal 10,89%, AutoCAD ja selle alamtoodete osakaal aga 59,4% (Usesoft AS, 2016).

BIM mudelite vaatamise ja jagamise tarkvarad

Usesoft järgi (Joonis 30) oli populaarseim Trimble Tekla BIMsight (34 kasutajat), järgnes Nemetschek Solibri (25 kasutajat). Põhjalikumate järelduste tegemiseks aga konkreetne küsimuse püstitus (ja tarkvara nimetuste valik) ei sobi, kuna vastusevariant „Muu“ omab liiga suurt osakaalu.



Joonis 30. Milliseid tehnilisi lahendusi kasutate BIM mudeli vaatamiseks ja jagamiseks. Kokku 100 vastajat - valida sai mitu (Usesoft AS, 2016).

Küll aga saab olemasolevate tulemuste baasilt järeldada seda, et erinevalt projekteerimis- ja mudeldamistarkvarades (Joonis 29) domineerinud Autodesk lahendustest, kasutatakse mudelite hilisemaks vaatamiseks ja jagamisest erinevaid konkureerivaid tarkvaralahendusi.

TARKVARAETTEVÕTTED

Autodesk Inc

BuildingSMART International liige alates selle loomisest, toetab ka openBIM printsiipe. Muuhulgas omavad põhilised Autodesk tarkvarad IFC tuge (2x3 ja 4.0) (Autodesk Inc, 2018). Samuti on loodud API liidesplatvorm (läbi BIM 360) kolmandate osapoolte lahenduste liidestamiseks või Autodesk lahenduste (läbi Forge) integreerimiseks kolmandate osapoolte tarkvaradesse:

- BIM 360 API - võimaldamaks erinevatel ehitusvaldkonna tarkvarasid pakkuvatel arendajatel integreerida oma lahendusi kesksesse Autodesk platvormi (Autodesk Inc, 2018);
- Forge - arendajatele mõeldud pilvepõhine SaaS³³ veebiteenus, võimaldades selle integreerimist enda loodavatesse tarkvaraarendustesse. Muuhulgas pakub seeläbi ka pilve/veebipõhist CAD/BIM failide avamise võimekust. (Autodesk Inc, 2018)

Valik tuntumaid ehitusvaldkonnas kasutatavaid programme:

- A360 Viewer - pilveteenusena töötav tasuta CAD/BIM vaatur-tarkvara;
- AutoCAD – CAD tarkvarakomplekt loomaks 2D ja 3D sisu. Autodesk poolt väljastatud aastal 1982;
- BIM 360 – pilvepõhine teenus, mis võimaldab meeskondades koostöö korraldust;
- Civil 3D - töövahend inseneridele teede, detailplaneeringute, geodeesia, keskkonnarajatiste jms projekteerimiseks;
- Dynamo Studio - visuaalne tööriist, mis võimaldab visualiseerida, et analüüsida parameetrilisi kontseptuaalseid projektlahendusi ja automatiseerida ülesandeid.
- Formit - 3D skitseerimise tarkvara;
- Infraworks – töövahend taristu projekteerimiseks ja planeerimiseks, ruumiliseks analüüsiks;
- Navisworks - koondmodelite loomise ja 4D ning 5D projektijuhtimise tööriist. Autodesk ostis aastal 2007;
- ReCap – punkt pilvede ja 3D pinna-skaneeringute talletamise ja töötlemise tarkvara;

³³ SaaS (Software as a Service) – tarkvara teenusena

- Revit – BIM projekteerimise tarkvara. Esimene versioon anti välja 2000. aastal, Autodesk ostis tarkvara Revit Technology Corporation käest aastal 2002;
- Revit Live – Revit mudelite visualiseerimiseks ja interaktiivseks jagamiseks;
- Robot Structural Analysis Professional – BIM võimekusega konstruktsioonide analüüsi tarkvara.

Trimble Inc

BuildingSMART International liige. Toetab IFC2X3 ja ka IFC4. Täiendavaks ühilduvuseks läbi API on loodud keskne Trimble Connect nimeline platvorm (Wikipedia, 2018).

Valik tuntumaid konkreetsemalt ehitusvaldkonnas kasutatavaid programme:

- Connect – koondmudelite haldus ja pilvepank. On ka erinevate tarkvarade ühilduvuse keskpunktiks. Endise nimega GTeam, mille Trimble ostis aastal 2016;
- SketchUp – 3D skitseerimise tarkvara. Trimble ostis Google käest 2012. aastal;
- Tekla BIMsight – koondmudelitega töö tarkvara. Trimble ostis aastal 2016. Eesti kontekstis endiselt väga populaarne tarkvara, kuid on Trimble poolt juba asendatud Connect nimelise tarkvaraga;
- Tekla Structures – BIM tarkvara ehituskonstruktsioonide projekteerimiseks. Trimble ostis aastal 2014;
- Vico Office - ühendab 3D-mudeli, ajastamise ja kulud. Trimble ostis aastal 2014;
- Viewpoint – ehitusvaldkonna projektijuhtimise terviklahenduse tarkvara. Trimble ostis 2018. aastal.

Nemetschek Group

BuildingSMART International liige. Toetab IFC2X3 ja IFC4. Täiendavaks ühilduvuseks läbi API on loodud keskne Bimplus nimeline platvorm (Nemetschek Group, 2018).

Tuntumaid ehitusvaldkonnas kasutatavad programmid (Nemetschek Group, 2018):

- Allplan – BIM arhitektuurse- ja konstruktiivse projekteerimise lahendus. Nemetschek poolt loodud aastal 1981;
- ArchiCAD – arhitektuurse BIM projekteerimise tarkvara. Nemetschek Group omandas aastal 2007;
- Bimplus – veebipõhine avatud BIM platvorm koostöö korralduseks ja tööks koondmudelites;

- Revu – PDF-baasil koostööd teostada võimaldav platvorm. Nemetschek Group ostis aastal 2014;
- dRofus – BIM keskkonnas toimiv hoone haldustarkvara. Nemetschek Group omandas 2017. aastal.
- Solibri – koondmudelites kvaliteedikontrolli teostamise tarkvara. Nemetschek omandas 2015. aastal;
- Vectorworks - BIM keskkonnas projekteerimise tarkvara. Nemetschek Group omandas 2000. aastal;

Bentley Systems Inc

Omab tarkvarasid, mis on sertifitseeritud kui buildingSMART nõuetele vastavad, kuid Bentley Systems Inc pole selle liige. Toetatud on IFC, aga ka üldlevinud alternatiivsete CAD formaatide nagu näiteks DWG, 3DS³⁴ ja SKP³⁵ kaasamine. Bentley poolt on loodud ka enda avatud alternatiiv IFC vormingule, i-model. Bentley tarkvarade omavaheline ühilduvus on tagatud nendes sisalduva ühise pilvepõhise Connect (Microsoft Azure³⁶ baseeruv) teenusplatvormi läbi. Muuhulgas on kasutusel ka Bentley tarkvarades ühine failiformaat – DGN. (AECbytes, 2017)

Bentley Systems Inc omab väga laia valikut tarkvaradest, üldehituse valdkonnas aga põhilisteks:

- AECOSim Building Designer – BIM platvorm arhitektuurseks, konstruktiivseks ja elektrivaldkonnas projekteerimiseks;
- LumenRT – visualiseerimise tarkvara;
- Microstation – CAD projekteerimistarkvara;
- Navigator - BIM koordinaatsiooni ja koostöö tarkvara;
- Pointools – punktipilvede töötlemise tarkvara;
- Projectwise – CDE failihalduse ja projektijuhtimise keskkond.

³⁴ 3DS - modelleerimiseks ja animeerimiseks mõeldud Autodesk 3ds Max originaalfail

³⁵ SKP – eskiiside koostamiseks mõeldud SketchUp originaalfail

³⁶ Microsoft Azure - Microsofti poolt pakutavate pilveteenuste kogum tarkvaraarendajatele

Microsoft Corporation

Microsoft ärikasutajatele mõeldud pilvelahendused on koondatud Office 365 for Business brändi alla. Kõik nad on pilveteenuste abil ühendatud, mille keskmtena võib võtta nii Sharepoint kui ka näiteks Teams rakendusi.

Põhilised tarkvarad:

- Office – erinevad teksti- ja andmetabelitöötluste tarkvarad, aga ka näiteks e-kirja ja kalendri rakendused;
- OneDrive for Business – ärikasutuseks mõeldud personaalne pilvepank. Sellel baseerub ka meeskonnatöökaks mõeldud MS Sharepoint;
- Planner – tööde ja tegevuste planeerimine;
- Sharepoint Online – universaalne pilvepõhine projektijuhtimis- ja andmetalletuskeskus. Seejuures koondab kokku kõik Microsoft ärikasutuseks mõeldud pilvelahendused, sh Office tarkvarad. Võimaldab oma keskkonda integreerida ka kolmandate osapoolte lahendusi;
- Teams – otse- ja meeskonnasuhtluse platvorm. Võimaldatud on nii teksti, kõne kui ka video vormis suhtlus ja ka töörühmade (meeskondade/projektide) põhine ühiskoostöö, kuhu on võimalik kaasata nii kõiki Office 365 teenuseid, kui ka kolmandate osapoolte lahendusi. Omab kolmandate osapoolte rakenduste liidestamiseks rakendustepoodi ja ka arendajatele mõeldud programmi ³⁷.

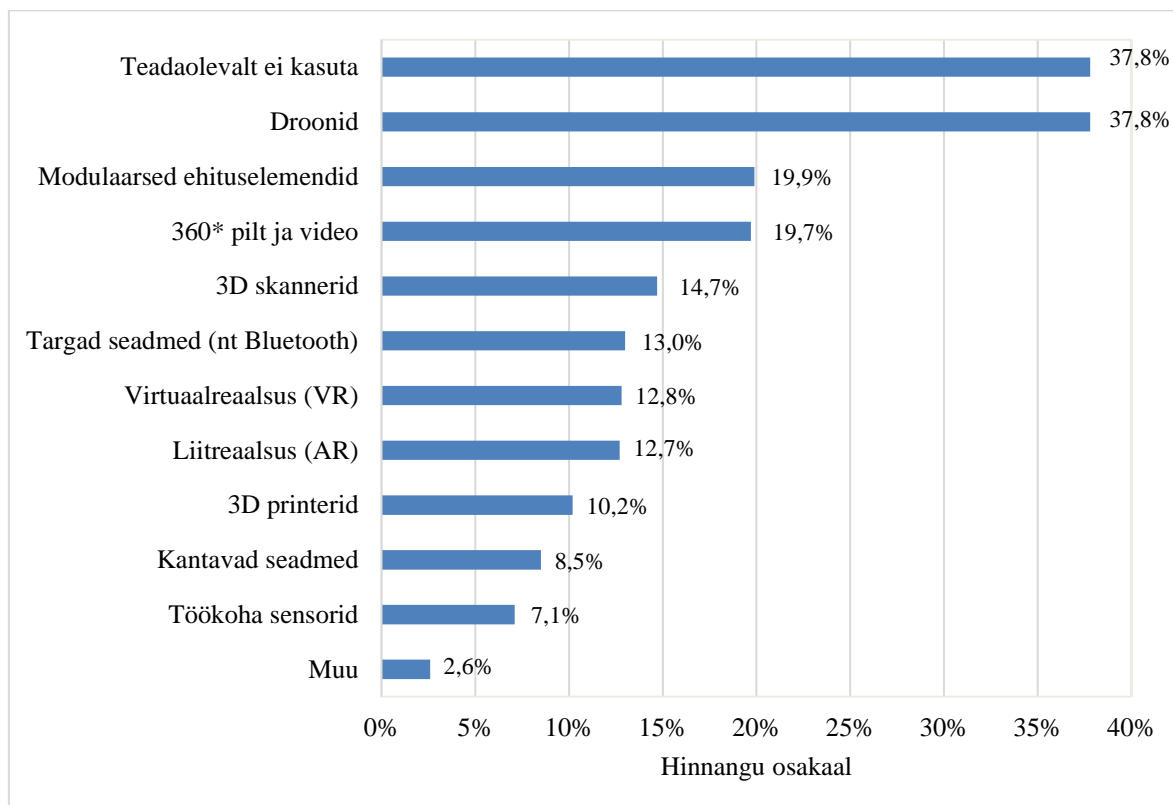
Microsoft pakub universaalset tarkvarade ja teenuste platvormi, mis on kohandatav konkreetse ettevõtte/meeskonna vajadustega ning integreerub seejuures erinevate kolmandate osapoolte lahendustega.

Tarkvaraarendajatele on mõeldud Azure, mis on Microsofti poolt pakutavate pilveteenuste kogum, mis pakub näiteks infrastruktuuri (IaaS), platvormi (PaaS) ja tarkvarasid teenusena (SaaS). Selle baasile on üles ehitatud ka mitmed ehitusvaldkonna tarkvarad.

³⁷ Microsoft Teams Developer Platform

1.5.6. Riistvara

Viimased aastad on toonud ehitusvaldkonda palju erinevaid riistvaralisi seadmeid - olgu nendeks siis näiteks droonid, virtuaalreaalsuse prillid või ka erinevad 3D skannerid (Hertzman, 2018). JBknowledge 2017. aastal teostatud uuringu (Joonis 31) järgi kasutab 62,2% vastanutest erinevaid uusi tehnoloogiaid ja kõige populaarsemaks on droonide tööprotsessidesse kaasamine - neid kasutab 37,8% vastanutest (JBknowledge Inc, 2017).



Joonis 31. Milliseid uusi tehnoloogilisi lahendusi kasutate? (JBknowledge Inc, 2017).

Põhimõttelt saab riistvaraliste seadmete kasutuskohiti jagada järgmiselt:

- nutitelefonid ja tahvelarvutid – projektdokumentatsiooni ja ka muu asjakohase info kättesaamise tagamine, aga ka kogumine;
- virtuaal- ja liitreaalsuse prillid – info tarbimise uued moodused;
- droonid, 3D skannerid, 360° pilt ja video – info kogumine ehitusobjektilt;
- modulaarsed elemendid ja 3D printerid – ehitusprotsessi automatiseerimine;
- targad ja kantavad seadmed, töökoha sensorid – infovahetuse automatiseerimine.

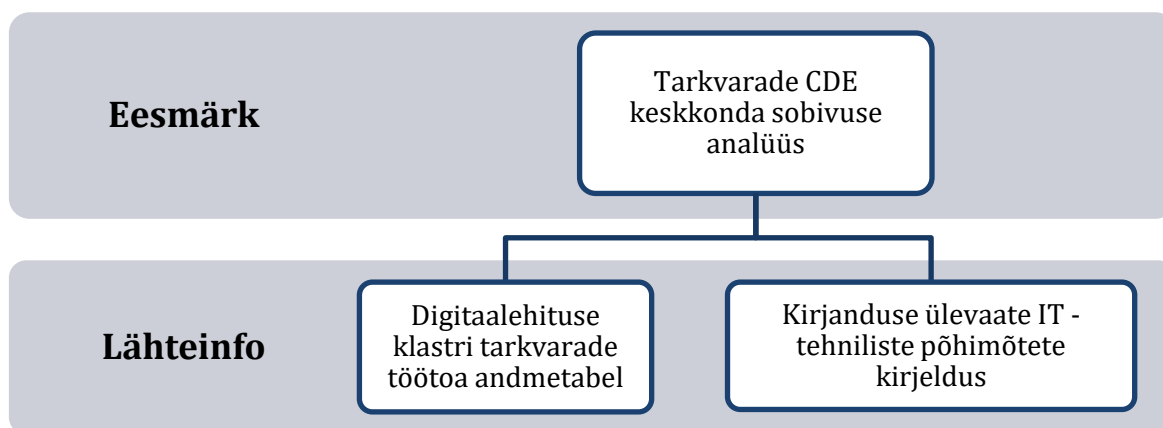
Seejuures on oluline ka see, et kõik need seadmed ühilduksid olemasolevate projektipõhiste infokeskkondadega.

2. LÄHTEMATERJALID JA METOODIKA

2.1. Tarkvarade analüüsi läbiviimine

Eesmärk (Joonis 32) on tarkvarade ühtsesse keskkonda integreeritavuse väljaselgitamine, milleks kasutatakse olemasolevaid tehnilisi lahendusi ja võimalusi, mida autor tutvustas magistritöö kirjanduse analüüsi osas. Konkreetselt sobivate tarkvarade väljaselgitamiseks kasutatakse aga Digitaalehituse klatri tarkvarade töötoas loodud tarkvarade funktsionaalsust kaardistavat andmetabelit.

Tarkvarade analüüsi teostamisel võetakse aluseks 68 erineva tarkvara andmed (LISA 1). Analüüsi kaasatud tarkvarade koosseis moodustus klatri töötubades enim silma paistnud nimetuste alusel. Analüüsi kontekstis olid uuritavaks tarkvarade integreeritavus ja sisseehitatud projektipanga olemasolul seda kirjeldavad parameetrid (LISA 2).



Joonis 32. Tarkvarade analüüsi lähteinfo põhimõtteline kirjeldus.

DIGITAALAHITUSE KLASTRIS LOODUD LÄHTEINFO TUTVUSTUS

Tarkvarade analüüsi teostamise aluseks olev alusuuring viidi läbi Digitaalehituse klatri VDCM tooted töötoa „Tarkvarade funktsionaalsuse kaardistamine“ raames.

Töötoa avakoosolek oli 27.02.2017 Tallinna Tehnikakõrgkoolis. Süsteemselt saadi kokku kuni 05.05.2017, edaspidi toimusid koosolekud põhiliselt konkreetsete huvigruppidega.

Kokku toimus 12 ametlikku töötuba. Uuringu põhieesmärkide saavutamise eeldatav aeg on suvi 2018.

Töötoa koosseis* (koos põhitöökoha ametinimetusega):

- Hendrik Park (projekteerimise projektijuht) [magistritöö autor];
- HJ (projekteerimisettevõtte nõukogu esimees);
- KH (ehitusjärelvalve);
- AA (TTK, dotsent);
- EL (AEC IT lahenduste spetsialist);
- KM (EL valdkonna tarkvarade esindaja);
- UA (haldustarkvarade esindaja).

*Põhikoosseis. Töötubades osales aga ka teisi osapooli.

Töötoa läbiviimiseks püstitati töötoa koosseisule eesmärgid, mille esmaseks ülesandeks oli välja tuua ehitusvaldkonnas kasulikud olla võivad tarkvarad Eesti kontekstis. Sellest tulenevalt kujunes järgmiseks eesmärgiks kaardistada eelnevate tarkvarade omadused, andmaks ülevaade nende põhilistest kasutuskohtadest ja võimalustest. Siinkohal ei olnud eesmärgiks täpsem funktsionaalsuse kaardistamine, sest selline info oleks ka ajas kiiresti aeguv. Läbivaks põhimõtteks kujunes ülevaate andmine tarkvarade kasutamisest läbi terve hoone elukaare ja ülevaate andmine tarkvarade omavahelise koostoime osas.

Uuringu väljundi tutvustus

Tarkvarade funktsionaalsusi kaardistav koondtabel (Joonis 33) - kirjeldamaks erinevate uuringus olevate tarkvarade funktsionaalsust ning nende asetsemist ehitusvaldkonna alaste tarkvaralahenduste tervikpildis. Tabel võimaldab muuhulgas tarkvarade nimekirja erinevate parameetrite järgi sorteerida ja filtreerida, leidmaks konkreetsetele vajadustele sobiv (-ad). Olla sisendiks kaardistamise tulemusel märkimisväärselt silmapaistvate tarkvarade kohta loodavate tootelehtede koostamiseks. Koondinfotabel ei ole mõeldud võrdlemaks väga sarnase spetsiifikaga tarkvarasid omavahel - eesmärgiks on võimaldada põhiparameetrite järgi leida huvipakkuvat funktsionaalsust pakkuvad tarkvarad nende juba edaspidiseks täpsemaks iseseisvaks võrdlemiseks, sh kasutades selleks töötoa raames koostatud tootelehti.

Joonis 33. Digitaalehituse klatri tarkvarade funktsionaalsusi kaardistava andmetabeli informatiivseks eesmärgiks loodud ekraanitõmmis (LISA 2) (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Tootelehed - konkreetse tarkvara kohta loodavad ning viimaste põhiparameetreid ning kasutusotstarvet kirjeldavad süsteemse ülesehitusega infolehed (pikkusega üks A4). Sisaldavad muuhulgas funktsionaalsuse kaardistamise tabeli tulemuste põhjal tehtavat kokkuvõtet konkreetse tarkvara omadustest, aga ka selle kasutusest Eesti kontekstis.

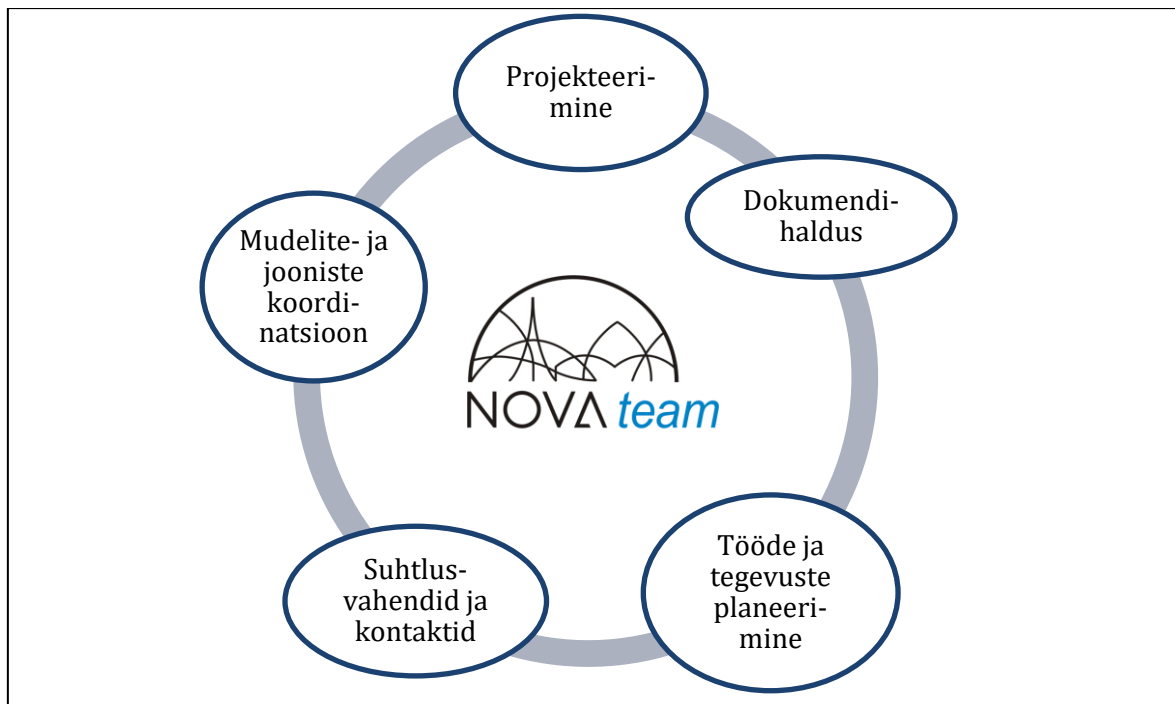
2.2. Ühtse infokeskkonna prototüübi lähteülesanne

Eesmärgiks on luua CDE põhimõtteid jälgiv projektipank ja sellega seotud projektijuhtimis- ja suhtluskeskkond. Sellele ideele pandi häkatoni eelse meeskonna siseselt nimeks Novateam.

Lähtematerjalide- ja metoodika peatükis 2.2 on kirjeldatud Novateam idee Garage48 ürituse eelseid tegevusi. Tulemuste ja arutelu all on kirjeldatud Garage48 ürituse aegset ning selle järgset hilisemat analüüsi.

Lähtematerjalide ja metoodika peatükis on kirjeldatud Novateam idee Garage48 ürituse eelseid tegevusi. Tulemuste ja arutelu all on kirjeldatud Garage48 ürituse aegset ning hilisemat analüüsi.

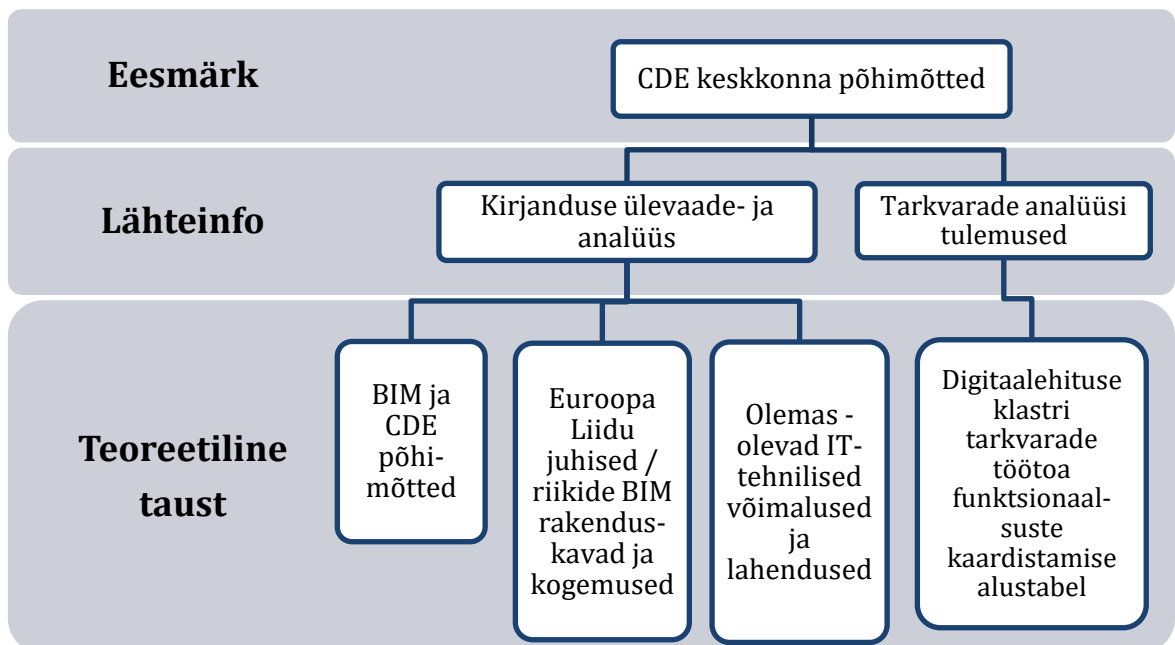
Novateam idee baseerub magistritöö autori töös koondatud põhimõtetele, konkreetsem mõte formuleerus aga autori kolleegidega läbi viidud koosolekute ja arutelude käigus – koos loodi Garage48 tarbeks ka ideed kirjeldavad infomaterjalid.



Joonis 34. Novateam visiooni põhimõte – kokku koondada olulised projektiloomeks vajalikud infovood.

Lähteülesande kirjeldus

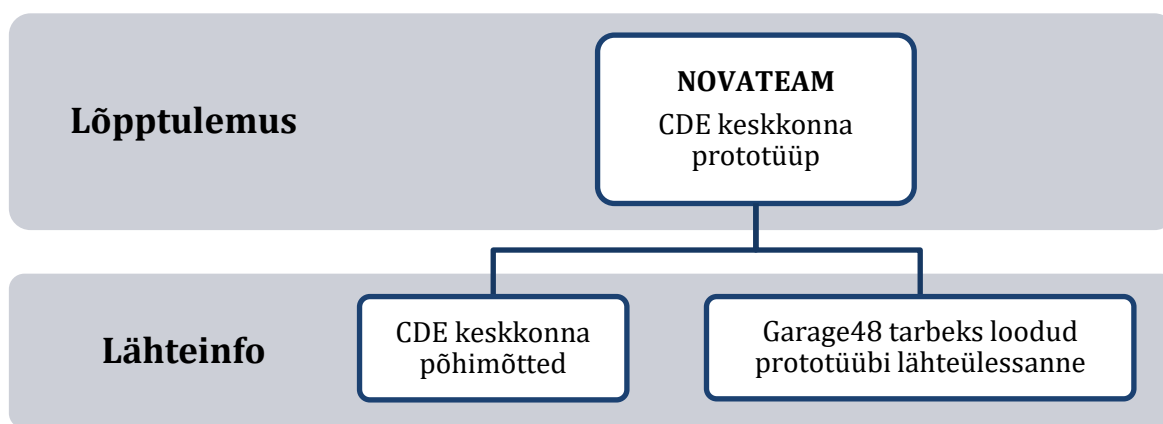
Prototüübi lähteinfo koosneb kahest (Joonis 36) osast. Esimesena (Joonis 35) on ühtse infokeskkonna loomise põhimõtted, mis on toodud autori kirjanduse ülevaates.



Joonis 35. CDE keskkonna põhimõtete teoreetiline taust– nende moodustumise põhimõtteline skeem.

Teiseks aluseks on Garage48 Digitaalehituse häkatoni (6-8. aprill 2018) eelselt magistritöö autori tööandja ettevõttes selleks eelnevalt ette valmistatud seda visiooni kirjeldavad materjalid:

- graafiline ideekavand (LISA 3);
- visiooni tutvustav ja selle põhimõtteid kirjeldav postituse kujul tekstimaterjal, mis seati üles magistritöö autori tööandja kodulehele ja sellega seotud sotsiaalmeedia kontodele (LISA 4);
- avaüritusel meeskonna ja selle idee (meeskond Novateam) tutvustamiseks loodud 90-sekundi müügikõne ehk pitchi algtekst (LISA 5).



Joonis 36. Novateam prototüübi loomiseks lähtealuste põhimõtteline kirjeldus.

Häkatoni ettevalmistus teostati koos magistritöö autori kolleegidega projekteerimisega tegelevast ettevõttest. Meeskonnas osalesid: projekteerimise projektijuhid ja projektide divisjoni juht, BIM valdkonna juht, IT juht, arendusjuht, administratiivjuht ja nõukogu esimees.

Garage48 Digitaalehituse häkaton tutvustus

Tegemist on Garage48 Foundation poolt korraldatava (Joonis 37) ja sellel korral digitaliseerimise kaasabil ehitusvaldkonna probleemidele lahenduste otsimisele pühendatud üritusega. Ajaliselt hõlmas see endast üht nädalavahetust – reede õhtust kuni pühapäeva õhtuni ehk kokku 48h.

Garage48 formaadi järgi koondatakse selleks kokku kõik konkreetse valdkonnaga seotud huvilised, seejuures lisaks ka infotehnoloogia, turunduse ja disainiga tegelevad osapooled. Täiendavalt on kohal erialaspetsialistidest moodustatav mentorite grupp.



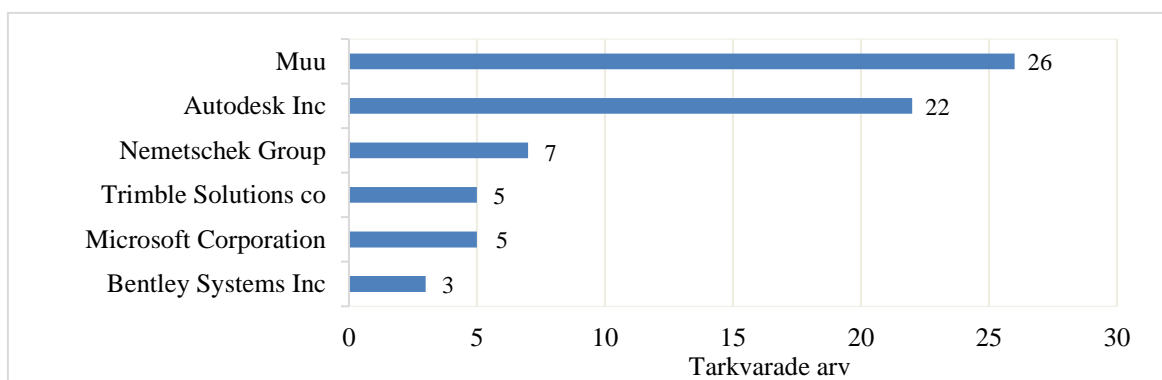
Joonis 37. Garage48 Digitaalehituse häkaton ürituse ametlik reklaammaterjal (Garage48, 2018).

Esimese päeva lõpus saavad osalejad välja pakkuda ideid konkreetsete aktuaalsete probleemide lahendamiseks. Selleks tutvustatakse oma ideed 90-sekundi müügikõnede abil, leidmaks enda võimaliku lahenduse taha ka teisi huvilisi. Edasi pääsevad ainult need ideed, millede taha koguneb piisav hulk vajaminevate kompetentsidega huvilisi. Tekkinud meeskondades tehakse järgmise 48h jooksul tööd selle nimel, et pühapäevaks oleks olemas konkreetsele probleemile lahendust pakkuva digitaalse lahenduse prototüüp.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

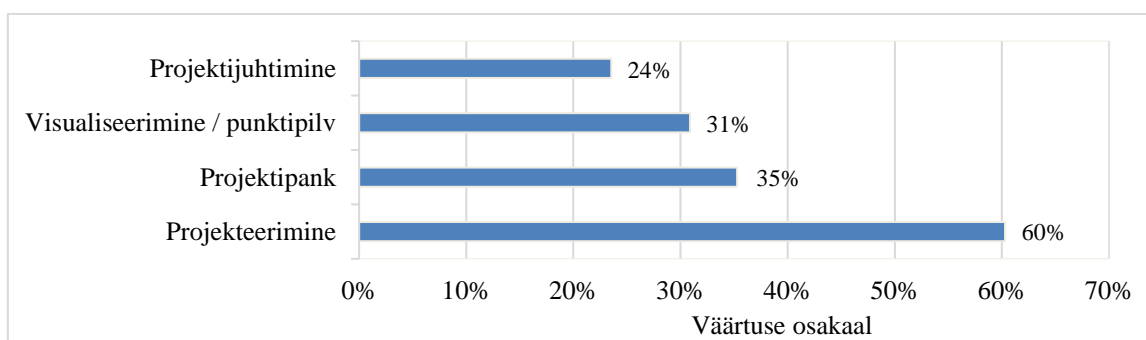
3.1. Tarkvarade analüüsi tulemused

Tarkvarade jaotumist nende arendajate kaupa kirjeldab allolev graafik (Joonis 38). Kõige rohkem on Autodesk tarkvaralahendusi – seda tulemust põhjendab hästi ka antud tarkvaratootja domineerimine nii Eesti kui ka UK vastavates kasutusuuringutes (peatükk 1.5.5).



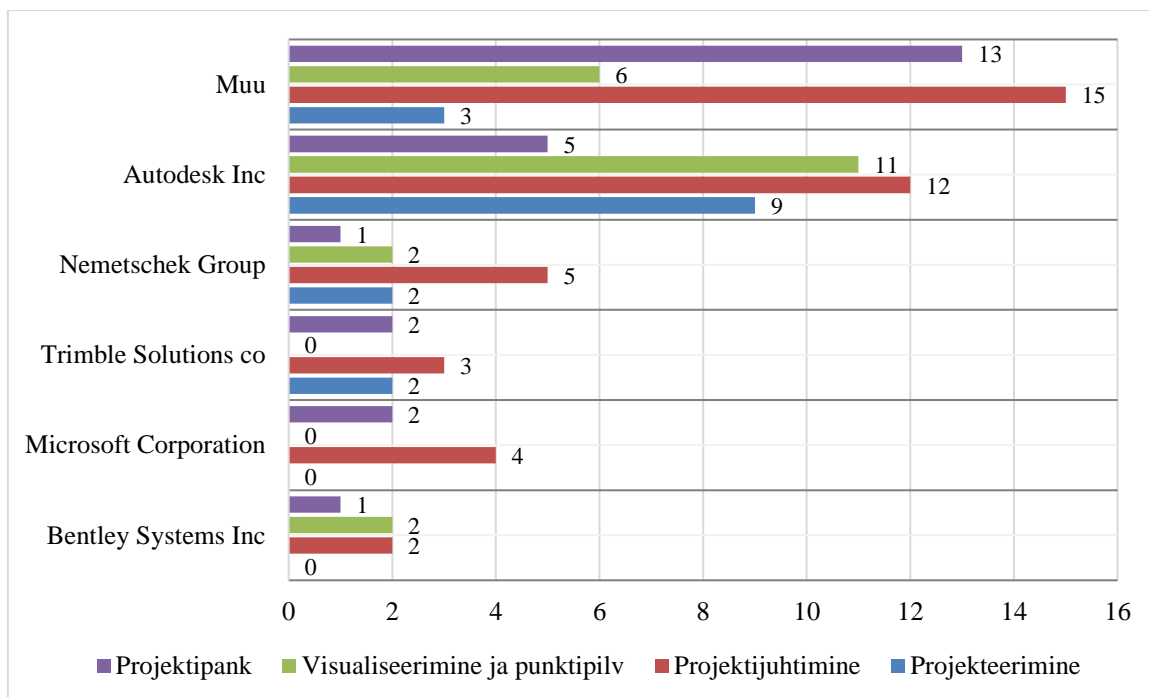
Joonis 38. Tarkvarade jagunemine selle tootjaettevõtte alusel (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Põhimõttelt on tarkvarad jaotatud neljaks (Joonis 39): 1) projektijuhtimine, 2) visualiseerimise ja punktipilvede tarkvarad, 3) projektipangad ja 4) projekteerimiseks mõeldud tarkvarad.



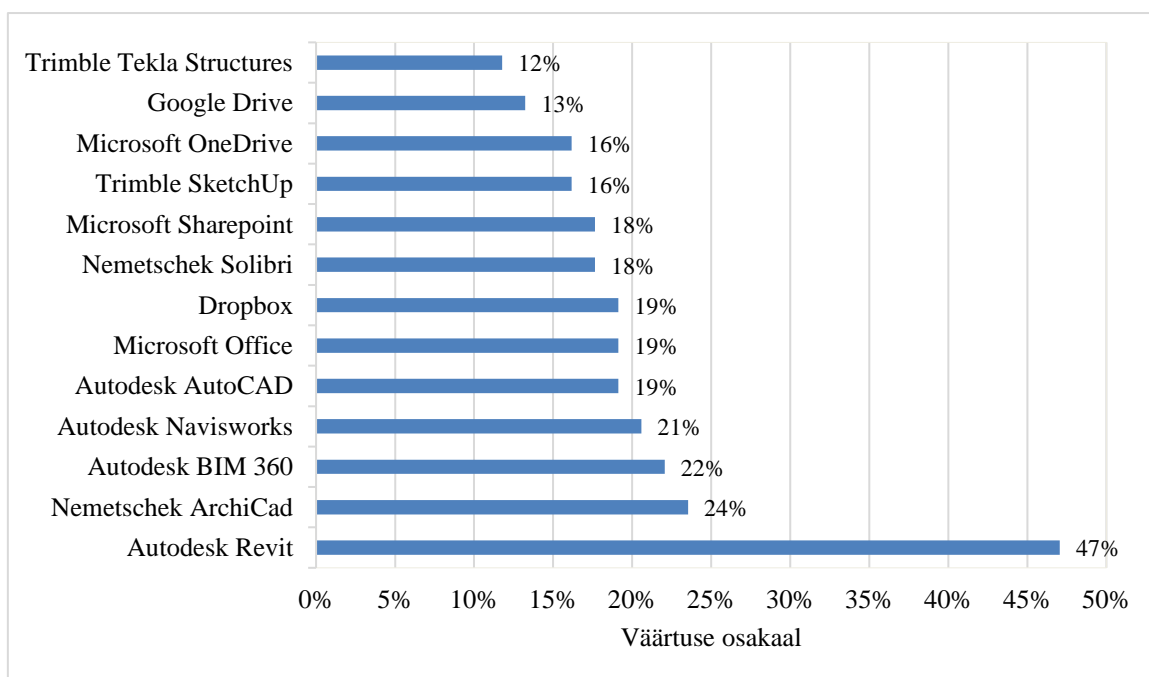
Joonis 39. Tarkvarade jagunemine nende tüübi alusel. Üks tarkvara võis mõnikord katta ka mitut valdkonda (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Autodesk on populaarseim kõikides tarkvaratüüpides (Joonis 40), erisusena paistab silma ka Microsoft, kuna tema pakub vaid projektijuhtimisega seotud tarkvaralahendusi.



Joonis 40. Tarkvaraarendajate alusel tarkvarade põhieesmärgi järgne jagunemine. Üks tarkvara võis omada mitut (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

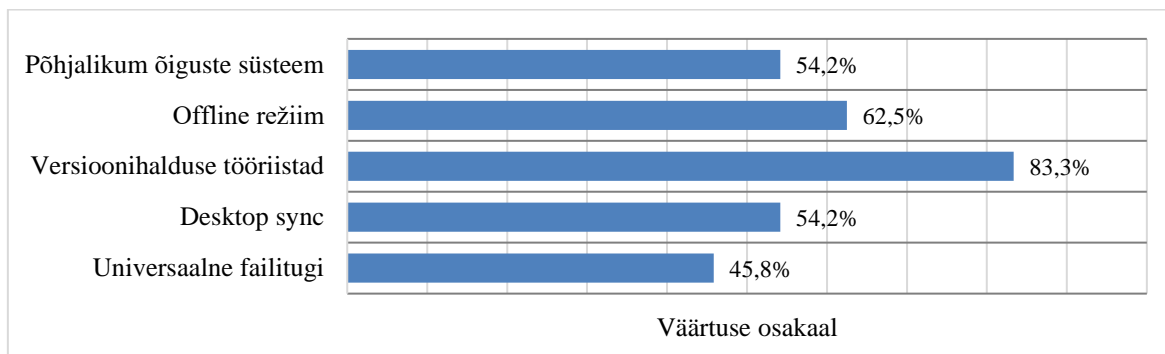
Integreeritavuse kontekstis (Joonis 41) uuriti tarkvaradesse sisse ehitatud kolmandate osapoolte lahendusi – kõige populaarsemaks osutus sisseehitatud Autodesk Revit tugi.



Joonis 41. Sisseehitatud integratsioon/pistikprogrammide olemasolu kolmandatesse tarkvaradesse (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

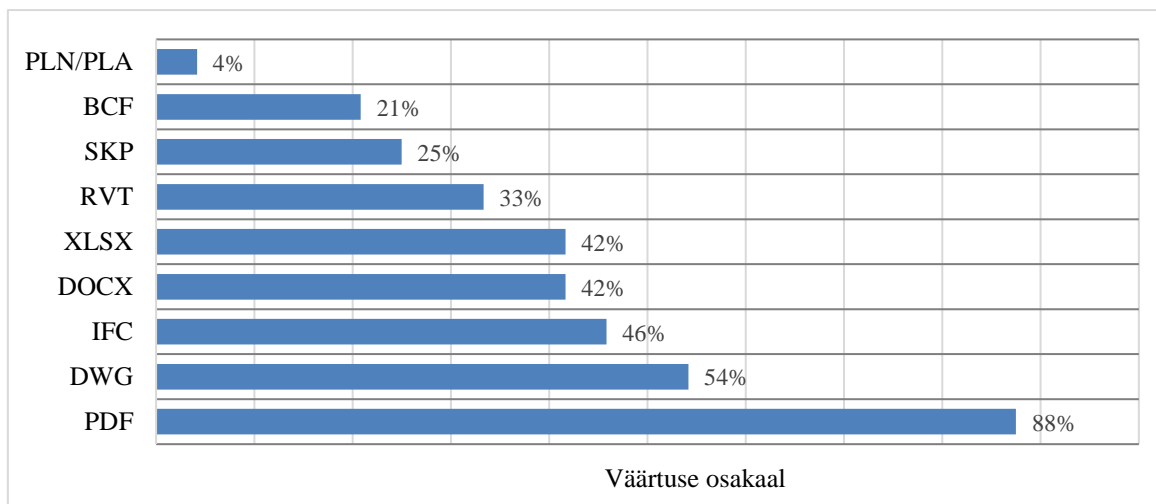
Veel uuriti projektipankade oluliste põhifunktsioonide olemasolu (Joonis 42). Kõige laialtlevinumaks (83,3%) funktsiooniks osutus versioonihalduse võimekuse olemasolu. Funktsionaalsus „Universaalne failitugi“ puudutab eelkõige platvormispetsiifilisi

projektipanku, mis lubavad sageli hoiustada ja/või tööd teostada vaid piiratud arvu failiformaatides – konkreetsel juhul alla pooltel kordadel.



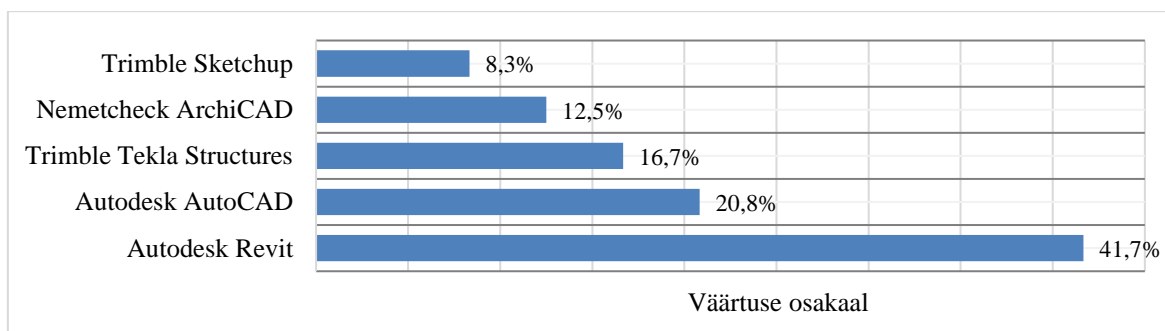
Joonis 42. Projektipankade põhifunktsionaalsus. Kokku 24 tarkvara (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Kõige populaarsemaks projektipanka sisse ehitatud toega formaadiks (Joonis 43) on PDF - see on olemas enamikus tarkvarades. Populaarsuselt järgnevad DWG ja IFC.



Joonis 43. Projektipankadesse sisseehitatud kujul töötava vaaturi olemasolu (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Projekteerimisprotsessi kestel on ühiskoostöö teostamise kontekstis oluline töös olevate jooniste ühisjagatavas vormis väljajagamiseks projektipangaga sellele liidestuse olemasolu. Tulemuste järgi kõige paremini integreerub (Joonis 44) Autodesk Revit.



Joonis 44. Projektipankades sellesse konkreetsete projekteerimistarkvarade integratsiooni olemasolu (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

3.2. Ühtse infokeskkonna prototüüp

3.2.1. Garage48 häkaton ja idee valideerimine

Kokku osales häkatonil kolme päeva jooksul 110 huvilist (Garage48 Foundation, 2018).

Novateam idee valideerimine

1. Häkaton eelselt magistritöö autori töökohas. Konsensus oli, et temaatika on aktuaalne ning seda võimalikku lahendust probleemile hinnati potentsiaalseks. Otsustati osaleda selle idee taga ka oma meeskonnaga.
2. Garage48 häkatoni reklaamivas infomaterjalis väljatoodu - tänaste ehitusvaldkonna probleemide kaheksaosaline loetelu (Garage48 Foundation, 2018). Väga otseselt Novateam pakutava võimaliku lahendusega ühtisid neist kolm probleemipüstitust (Garage48 Foundation, 2018):
 - vähene digitaliseerimine ning koostöö online-keskkondades;
 - vähene kaasaegsete tehnoloogiate kasutamine;
 - halb dokumendi- ja informatsioonihalduse süsteem.
3. Garage48 alguses toimunud ideede tutvustamine ning seejärel meeskondade moodustumine. Häkatoni alguseks tuldi selles osalejate poolt välja 22. erineva ideega. Pärast kõigi ideede 90-sekundiliste müügikõnede (90-sec pitch) ärakuulamist, koonduti enim huvi pakkunud ideede ja nendest moodustuvate meeskondade taha. Meeskonda pidid kuuluma nii eksperdid (ehitusvaldkonna inimesed), IT-inimesed, disainerid kui ka turundajad. 11 enim huvilisi kaasata suutnud ideed pääsesid edasi. Üks moodustunud meeskond aga loobus oma ideega edasi minemises ja seetõttu jätkasid 10 meeskonda. Novateam idee taha kogunes piisavalt vajaminevaid toetajaid ning idee pääses Garage48 programmi.

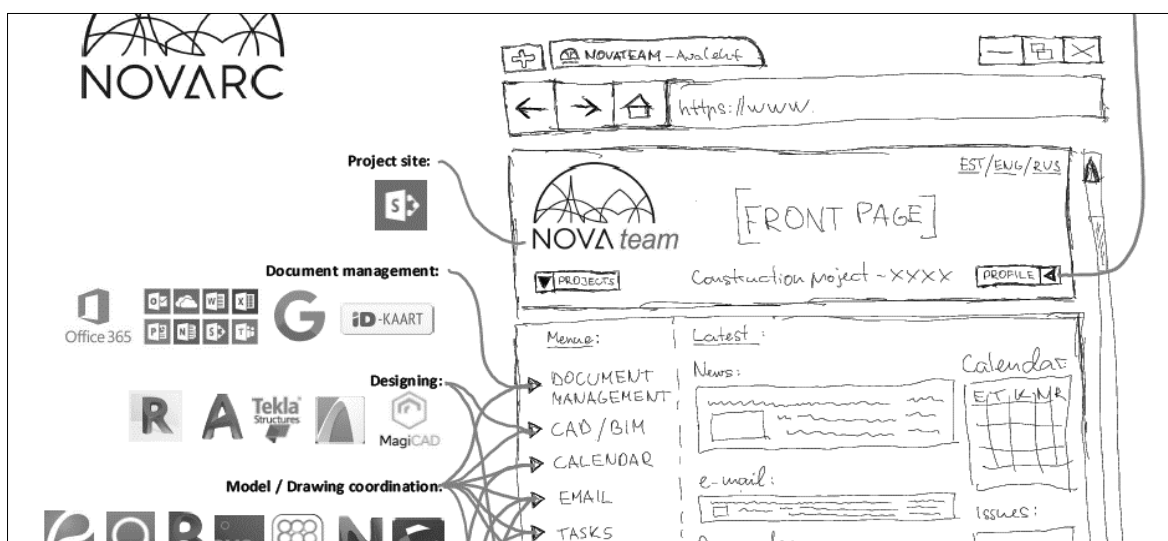
Meeskond ja selles rollide jaotus

Häkaton aegne meeskond moodustus magistritöö autorist ja tema kolleegidest, IT spetsialistist ning ühe ehitusettevõtte töötajatest. Esialgselt liitusid meeskonnaga ka ühe teede projekteerimisega seotud ettevõtte töötajad, kuid nemad otsustasid esimese päeva järgselt siiski loobuda, kuna ei leidnud piisavat ühisosa teiste, pigem hoonete ehituse ja sellega seotud problemaatikaga seotud murede spetsiifikaga.

Magistritöö autor ja meeskonnaga liitunud IT-spetsialist keskendusid põhiliselt Novateam IT-tehnilistele küsimustele, teised liikmed kas aitasid häkatoni jaoks kirjeldada meeskonna ideed või valmistusid selle programmi kohasteks korralduslikeks ettekanneteks ja seotud tegevusteks.

Idee ja põhimõtteline teostus

Moodustunud meeskond jätkas Novateam esialgse idee baasilt selle prototüübiks väljaarendamist. Põhiliseks alusmaterjaliks kujuneski häkatoni eelselt ideed kirjeldama loodud selle graafiline ideekavand (Joonis 45).



Joonis 45. Garage48 eelselt Novateam visiooni kirjeldama loodud graafiline dokument (LISA 3) (Hendrik Park, 2018).

3.2.2. Põhimõtteline ja infotehnoloogiline visioon

Ka tehnoloogilist tausta võiks kõige paremini aidata kirjeldada häkatoni eelselt selleks loodud graafiline visioonidokument (Joonis 45). Selle alusel on üles ehitatud järgnev loetelu vormis Novateam põhimõtteid ja tehnoloogiaid kirjeldav peatükk.

PLATVORM (*Project site*)

Põhimõtteline ülesehitus: Määratlus *Project site* oli mõeldud kirjeldama platvormi, millele oleks Novateam üles ehitatud (Sharepoint) ning lahendust, kuidas see selles töötab.

Iga Novateam projektiga tuleks kaasa veebikeskkonnast ligipääsetav pilvepangaga seotud meeskonnaleht, kuhu koonduks kokku kõik projektiga seotud info – nii Sharepoint/Office keskkonnas loodu ja hallatav kui ka ehitusvaldkonna-spetsiifilised kanalid. Meeskonnaleht ise oleks aga omakorda õiguste ja sellega seotud infofiltreeritud kuvadega seotud konkreetse

projektiosalise personaalse kasutajaprofiili ja/või rolliga (projekteerimise projektijuht, projekteerija, tellija, ehitaja) – kõik informatsioon asuks aga ühes kohas ehk oleks olemas üks tõeallikas (peatükk 1.4.1.)

Tehnoloogiline taust: Novateam idee baseerub Microsoft Sharepoint (peatükk 1.5.3) platvormil. Selle eelistuse taga on paljuskki konkreetse platvormi universaalsus ja sealhulgas kohandatavus konkreetse ettevõtte või projekti vajadustele. Tegemist ei ole otseselt ehitusvaldkonnale mõeldud platvormiga, kuid eeliseks ongi see, et nii Sharepoint ise kui ka seda teenuspaketina sisaldav Office 365 for Business on Eesti kontekstis väga populaarsed nii kontoritarkvarana teksti- ja tabelitöötluste (Word, Excel) kui ka erinevate projektijuhtimist (Outlook, Project, Planner, Teams, Skype, OneDrive) teha aitavate lahenduste poolest. Alles viimastel aastatel avalik olnud ja viimasel ajal ka kiiret IT tehnilist edasiminekut näidanud uue generatsiooni Sharepoint, Sharepoint Modern, on nii magistratöö autori kui ka Novateam meeskonnas osalenud IT-spetsialisti hinnangul juba piisavalt kasutajasõbralik ja universaalne lahendus ka ilma seda põhjalikult selleks kohendamata. Eelmise generatsiooni lahendus, Sharepoint Classic, oli selles osas probleemsem.

Tehnoloogiliselt selle sobivust projekteerimisega tegeleva ettevõtte ühtse infokeskkonna keskmena kinnitas ka autori teostatud kirjanduse ülevaade peatükis 1.5.2.

DOKUMENDIHALDUS (*Document Management*)

Põhimõtteline ülesehitus: Tegemist oleks keskse projektipanga ja võimalusel ka koostöökeskkonnaga. Võimalik peaks olema ka digiallkirjastamine.

Dokumendihalduse põhimõtetes võiks kasutada näiteks Suurbritannia BIM Level 1 toodud aluspõhimõtteid (peatükk 1.4.3). Samuti rakendada dokumendihalduse korralduse soovitusi peatükist 1.5.3.

Tehnoloogiline taust: Dokumendihaldus baseeruks Sharepoint sisseehitatud meeskonnatöö pilvepangal, samuti sellega seotud personaalsel OneDrive for Business pilvepangal. Sharepoint osaks olevas Teams rakenduses on omakorda võimalik liidestada ka teisi pilvepankasid, näiteks Google Drive ja Dropbox (Digitaalehitus MTÜ, 2018).

Ühe konkreetse projektiga tuleb Sharepoint keskkonnas automaatselt kaasa vähemalt üks pilvepõhine Sharepoint andmetalletuskeskkond (*Sharepoint Library*) - neid saab vajadusel teha ka juurde. Platvormi on juba sisse ehitatud kasutajapõhine õiguste haldamise süsteem

(peatükk 1.4.4), seda saab ka kohandada ehituses vajaminevate CDE nõuetega (peatükk 1.4.3) vastavaks.

Sidustamine andmeloo- ja töötuslahendustega. Teksti ja tabeli kujul failide puhul saab kasutada Sharepoint üheks osaks olevate Word ja Excel tarkvaradega – nende failitüüpide puhul on võimalik teostada ka andmekonteineri sisese andmesisu (peatükk 1.4.4) ehk UK BIM Level 3 põhimõtetel (peatükk 1.5.3) koostööd. Ehitusvaldkonna spetsiifiliste CAD/BIM andmetega töö ning nende WIP staatusest (peatükk 1.4.3) Novateam keskkonda toomiseks tuleb kasutada aga kolmandate osapoolte (peatükid 1.5.2, 1.5.3, 1.5.4) ühtsesse infokeskkonda kaasamise tehnoloogiaid. Näiteks saaks Autodesk tarkvarade integreerimiseks Sharepoint keskkonda kasutada ProjectReady loodud BIM 360 liidestust (ProjectReady, 2018).

MUDELITE JA JOONISTE KOORDINATSIOON (*Model / Drawing coordination*)

Põhimõtteline ülesehitus: Eesmärk võiks olla Sharepoint keskkonda tuua näiteks koondmudelite hoiustamine või ka kolmandate osapoolte mudelikoordinatsiooni tarkvaradest korralduslik infovoog projektikesksele meeskonnalehele.

Tehnoloogiline taust: Mudelite hoiustamiseks saab kasutada Sharepointiga seotud OneDrive desktop sync-i ehk pilvepõhise andmekogu operatsioonisüsteemi keskkonda sünkroniseerimist. Kolmandate osapoolte mudelikoordinatsiooni tarkvaradest (peatükk 1.5.5) võib infovood saada näiteks API või BCF kaasabil (peatükk 1.5.4).

TÖÖDE JA TEGEVUSTE PLANEERIMINE (*Planning*)

Põhimõtteline ülesehitus: Liita ühtsesse keskkonda projektis kasutatavad olulised planeerimistööriistad, tekitada nende sisu koondkuva võimalus.

Tehnoloogiline taust: Visiooni kirjeldavas graafilises dokumendis välja toodud lahendustest integreeruvad keskkonda kõik peale Autodesk Navisworks tarkvara. Navisworks aga integreerub Office osaks oleva Microsoft Project teenusega. Teiste kolmandate osapoolte liidestused on kättesaadavad läbi Sharepoint ja Teams sisseehitatud olemasolevate liidestuste. (Digitaalehitus MTÜ, 2018)

SUHTLUSVAHENDID (*Direct communication*)

Põhimõtteline ülesehitus: Projektipõhine keskkond peaks sisaldama otsesuhtlusplatvormi.

Tehnoloogiline taust: Iga Sharepoint Modern keskkonnas loodud meeskonnaleht saab automaatselt kaasa projektipõhised Teams ja Outlook suhtlusplatvormid (peatükk 1.5.5).

TEHNOLOOGILINE TUGI JA INTEGRATSIOONID

Integreerimise lahendused (*Integration Solutions*): Sharepoint ei toeta ehitusvaldkonnas olulisi IFC ja BCF formaate, küll aga on võimalik, aga ka soovituslik (peatükk 1.5.2), integreerida neid toetavad tarkvarad näiteks API kaasabil. Nii Autodesk, Trimble, Nemetschek kui ka Bentley omavad (peatükk 1.5.5) enda toodete platvorme ühendavates CDE tarkvarades teatud liidestamise võimalusi. Võimalik on kokku leppida ka selles, et kasutatakse paralleelselt mitut erinevat (peatükid 1.4.1, 1.5.2) CDE keskkonda.

Konkreetsemalt aitab infovahetust BCF abil koordineerida enamlevinud projekteerimistarkvarade vahel BIMcollab (Digitaalehitus MTÜ, 2018). Ühe võimaliku variandina oleks omakorda integreerida BIMcollab Sharepoint keskkonda.

Riistvaraline tugi (*Hardware support*): Microsoft Office 365 lahendused, sealhulgas Sharepoint, omavad mobiilseadmetele mõeldud platvormide tuge (peatükk 3.1). Microsoft on teatanud³⁸, et lisab Sharepoint keskkonda virtuaalreaalsuse (VR) toe.

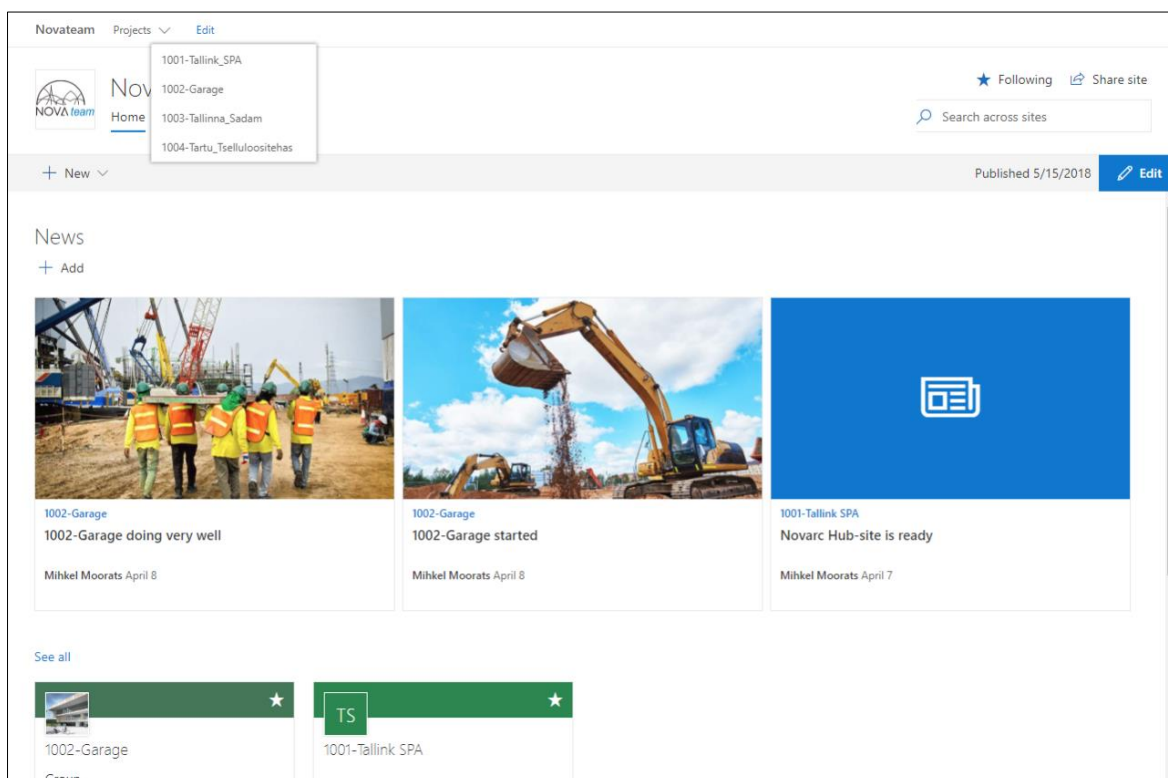
Automatiseerimine (*Automatisation*): Tegevuste automatiseerimiseks on Office keskkonda sisse ehitatud seda teostada võimaldavad Flow ja PowerApps teenused, Autodesk tarkvaradest saab aga infovoogusid välja automatiseerida näiteks Dynamo nimelise rakendusega.

³⁸ microsoft.com - SharePoint innovations transform content collaboration with mixed reality and AI
[märksõnaviide]

3.2.3. Novateam – ühtse infokeskkonna prototüüp

Garage48 raames valmis baastasemel juba töötav Novateam lahendus. Seda demonstreeriti ka lõpuürituse raames korraldatud esitlusel (Garage48, 2018).

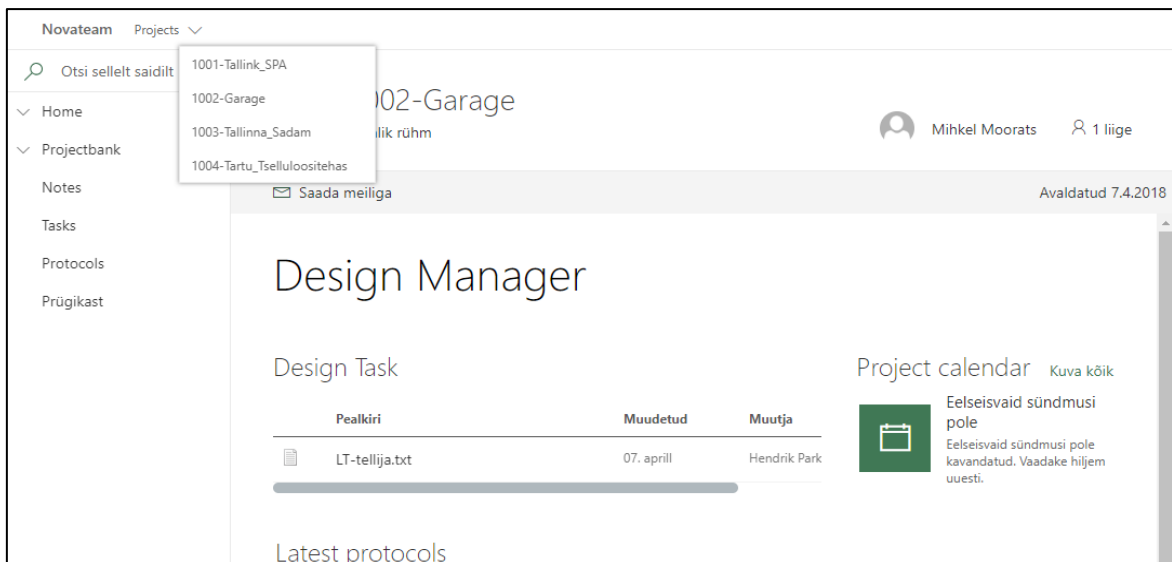
Funktsionaalsuse osas arendati välja platvormi keskne, projektipõhiseid meeskonnalehti koondav, Novateam Hub vaade (Joonis 46) ja sellega seotud projektipõhised meeskonnalehed.



Joonis 46. Novateam keskkonna prototüüp ja selles projektide kuva avaleht - Hub (Novateam, 2018).

Hub toimib Novateam avalehena, koondades kokku kõik konkreetses keskkonnas olevate projektide infovood. Pealehele koonduvad muuhulgas kõikide projektide meeskonnalehtedele postitatud uudised (valikuline avalikustamise funktsioon).

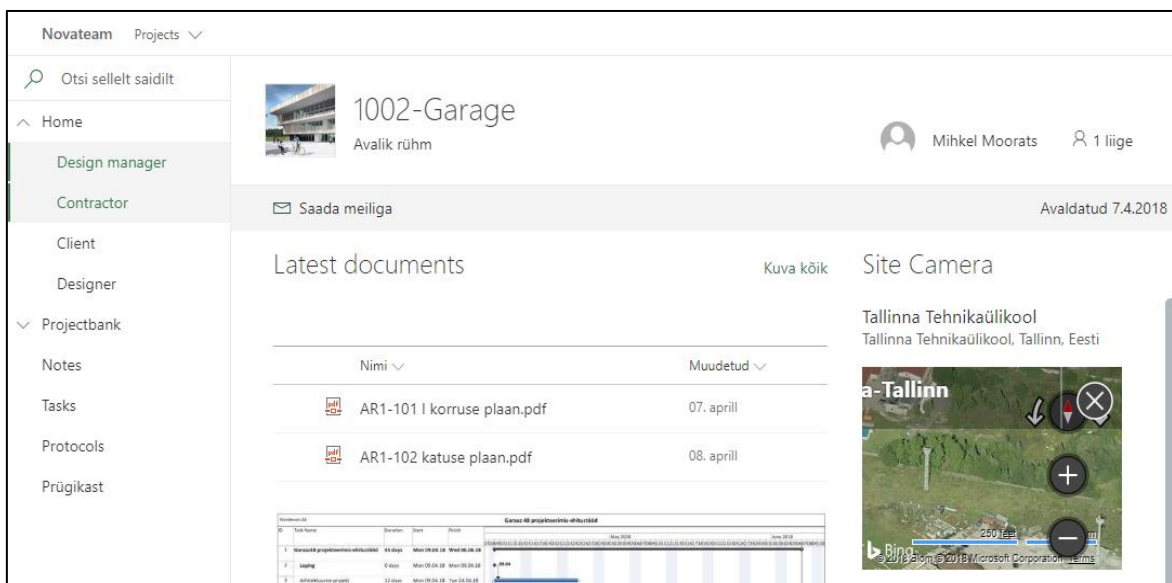
Välja arendati ka projektipõhised meeskonnalehed koos projektimeeskonna rollide spetsiifiliste avalehtedega. Garage48 jooksul loodi projekteerija (Joonis 47) ja ehitaja (Joonis 48) avalehe vaated. Valdkonnaspetsiifilise kuva eesmärk on see, et kuigi projektiga seotud osapooled võivad prioriteetsena näha erinevat andmete koosseisu, oleks valdkonna ja ka kasutajaõiguste alusel välja jagatud, personaalse eesmärgi ja vajaduste põhine, viide endiselt vaid ühele ja ainukesele info asukohale – „ühele tõeallikale“. Samuti oleks info sellisel kujul kergesti kättesaadav ega koormaks lõppkasutajat talle mitte olulisega.



Joonis 47. Novateam - projekteerija vaade projektipõhisest meeskonnalehest (LISA 6) (Novateam, 2018).

Projekteerija avaleht omab seejuures järgmisi eelseadistatud vormi kaasatud andmevoo kuva välju: 1) viimaste lähteülesannete logikuva, 2) projektipõhine kalender, 3) viimaste ülesannete ja nende vastutajate infot ning 4) viidet koosolekute protokollidele. Samuti saaks viidata, nende olemasolul, välistele koondmudelite kuva ja haldust võimaldavatele keskkondadele.

Ehitaja vaade kuvab aga järgmist: 1) viimased üleslaetud dokumendid, 2) objekti ajagraafik, 3) probleemide loetelu ja nende delegerimise moodul, 4) projektipõhine kalender, 5) objektikaamera voogedastuskuva aken, 6) viimaste fotode galeriid ja 7) ilmateade.



Joonis 48. Novateam - ehitaja vaade projektipõhisest meeskonnalehest (LISA 7) (Novateam, 2018).

Avalehtedel kuvatavad infomoodulid oleksid projektijuhi/meeskonnalehte haldava isiku poolt seadistatavad konkreetse projekti ja meeskonna vajadustele vastavaks.

Koosolekute protokollide tarbeks (Joonis 49) arendati Garage48 jooksul välja Novateam platvormi sisse integreeritud kujul selle koostamine koos Microsoft Word faili eksportimise võimekusega. Samuti on dünaamiliselt üles ehitatud protokollis sissekannete read – neid on võimalik konkreetse protokolliga kaasata nende selekteerimise läbi. Protokollis keskkonnas on olemas ka tegevuste planeerimise ja sooritusel hetkeseisu kuvav moodul.

| ID | | Task Name | Due Date | Assigned To | % Complete | Discipline |
|--------------------------------------|-----|--------------------------|------------|---|------------|-----------------------|
| Task Status : Completed (1) | | | | | | |
| 1 | Yes | 1-floor plan | April 10 | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 100 % | Construction |
| Task Status : Not Started (6) | | | | | | |
| 3 | No | Pöörduks | | | 0 % | Architecture |
| 6 | No | testtask | | | 0 % | Architecture |
| 7 | No | Proovimine | April 8 | <input type="checkbox"/> Hendrik Park | | Architecture |
| 5 | No | Construction preparation | Friday | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 0 % | Construction |
| 2 | No | task to designer | 3 days ago | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 0 % | Interior architecture |

Joonis 49. Novateam - koosoleku protokollide koostamise veebivorm (LISA 8) (Novateam, 2018).

Häkatoni raames jõuti seega põhiosas juba toimiva, aga funktsionaalsuselt ja osaliselt ka süsteemi stabiilsuselt veel edasi arendamist vajava töötava prototüübini.

KOKKUVÕTE

Magistritöö autori põhieesmärgiks oli anda ülevaade projekteerimisettevõttes ühiskoostöö teostamise infotehnoloogilisest taustast ja lõpplahendusena luua kogutud parimate teadmiste baasilt konkreetne neile vastav ühiskoostööd teha võimaldav tarkvaraplatvorm. Magistritöö koostamise käigus valmis neile alustele tuginev ja põhifunktsionaalsuselt toimiva CDE keskkonna prototüüp, millele pandi nimeks Novateam.

Kirjanduse analüüsi eesmärgiks oli anda ülevaade kaasaegsetest infotehnoloogilistest lahendustest ühtse infokeskkonna loomisel.

Selle sissejuhatuseks andis autor ülevaate ehitusvaldkonna produktiivsuse ja koostöö korralduse hetkeseisust. Selgus muuhulgas see, et tänase Euroopa ehitussektori digitaliseerimisel võiks olla majanduslik kokkuhoid vahemikus 10-20%. Autor andis ülevaate ka tänasest Eesti digitaalehituse hetkeseisust, sealhulgas ka kasutatavatest infotehnoloogilistest suundadest ja tarkvaralistest lahendustest.

Ehitusvaldkonna digitaliseerimiste põhialustena nähakse seejuures BIM rakendamist. BIM rakendamine aga ei tähendaks mitte ainult uut tehnoloogiat ehitiste projekteerimisel, vaid tingiks ka kogu valdkonna üle selle seotud infovahetuse korralduse fundamentaalset ringimõtlemist ja selleks üle minemist digitaalsetel põhimõtetel infovahetuse korraldusele. Tänane praktika piirdub üldjuhul varasematel analoogsetel tehnoloogiatel kasutatud protsesside juures digitaalsete andmeedastuskanalite kasutamisega – ehitusinformatsiooni haldus mudelis (BIM) eeldab aga põhimõttelist infovahetuse korralduse protsesside muutmist ehk et võetaks kasutusele vahetutel andmevoogudel põhinevad protsessid. Selle infotehnoloogiliseks aluseks peaksid aga olema omavahel ühilduvad tarkvaralahendused ning CDE keskkond selle info vahendamiseks.

Ühtse infovahetuse keskkonna teoreetilise tausta kirjeldamiseks tutvustas autor BIM ja CDE põhimõtteid ning ka nende vahelist seost. Samuti viimaste rakendamiste soovitusi, kogemusi ja tehnoloogilisi lahendusi Euroopa Liidu ning põhjalikumalt just Suurbritannia näitel.

Digitaalehituse klatri tarkvarade kaardistamise töötoa andmete baasilt teostas autor ülevaate täna kasutusel olevatest tarkvaradest ning hindas nende sobivust CDE keskkonna

põhimõtetele. Selleks koostas autor töö teoreetilise osa soovitude alusel graafikute kujul andmete väljavõtted ning kirjeldas saadud tulemusi. Samuti oli sellest saadav info aluseks loodava Novateam platvormi ülesehitamisel, kuna selle loomise visioonis oli fundamentaalselt oluliseks ühtsesse keskkonda tänase Eesti kontekstis ka projektipõhiselt kasutatavate tarkvarade ja nendest tulevate infovoogude integreeritavuse põhimõte.

CDE keskkonna prototüüp, Novateam, loodi Digitaalehituse klatri ja Garage48 koostöös korraldatud digitaalse ehituse teemalisel häkatonil ajavahemikul 6-8. aprill 2018. Sellele eelnevalt kujundati ja kirjeldati magistritöö autori eestvedamisel tema tööandja ettevõttes selle põhimõtteid kirjeldavat visiooni. Häkatoni alguses koondusid selle visiooni taha ka teised häkatonil osalenud spetsialistid – moodustus Garage48, samuti Novateam kandev meeskond. Novateam-i, kui ühtse infokeskkonna platvormi, ülesehituse ideed jäid suuremas osas esialgsetele autori ja tema kolleegide põhimõtetele. Häkatoni jooksul loodi sellest baasfunktsionaalsusest ka reaalselt toimiv prototüüp.

Autori hinnangul on magistritöö raames kogutud informatsioon ning ka loodud prototüüp heaks aluseks selle baasilt tänaste ühiskoostöö probleemidele lahendust pakkuva platvormi loomisel. Täiendavat kindlust andis ka Garage48 mentorite positiivne tagasiside ning et häkatoni järgselt toimus kogu Novateam meeskonna kokkusaamine. Muuhulgas kinnitati seal veelkord Novateam aluspõhimõtete paikapidavust ning oldi valmis kaasa aitama autori tööandja plaanile see platvorm reaalselt ka välja arendada. Esialgsed kokkulepped on tehtud ka häkatonilt leitud IT-spetsialistiga. Magistritöö autori eestvedamisel on plaan alustada selle keskkonna ülesehitusega suvi 2018.

Magistritöö käigus oli eesmärk anda sissejuhatav ülevaade ühiskoostöö teostamise IT-tehnoloogilistest põhimõtetest ja võimalustest koos sellele praktilise väljundiga konkreetse prototüübi loomisel. Ühtse infokeskkonna põhimõtete ja reeglite ning neid rakendada võimaldava platvormi edasi arendamiseks tuleks aga veel põhjalikumalt kirjeldada selle toimimiseks vajaminevaid tarkvaratehnilisi ja koostöö korraldamise protsessilisi põhimõtteid. Selleks, et ühtses keskkonnas oleks koostöö efektiivne, peavad olema konkreetset paigas reeglid selles info korraldamiseks. Nende reeglite väljatöötamine peaks aset leidma riiklikul tasemel, edasi tuleks need põhimõtted juurutada ettevõtte tasandil. Magistrandi hinnangul võiksid nende reeglite väljatöötamiseks sobida antud töö raames välja käidud põhimõtted ning esile tõstetud konkreetset näited Euroopa Liidu ja Suurbritannia eeskujul.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Aconex. 2015.** Construction Management: News, Resources, Best Practices. *Common Data Environment (CDE): What you need to know for starters*. [Võrgumaterjal] August 2015. a. <https://www.aconex.com/blogs/common-data-environment-cde-tutorial/>.
- ADEB-VBA. 2015.** Building Information Modelling – Belgian Guide for the construction Industry. [Võrgumaterjal] 2015. a. <http://adeb-vba.be/the-guide-to-bim.pdf>.
- Ader, Silver. 2018.** Ehitusinformatsiooni juhtimine (BIM). *Riigi Kinnisvara*. [Võrgumaterjal] Riigi Kinnisvara, Mai 2018. a. [Tsiteeritud: 3. Mai 2018. a.] <http://www.rkas.ee/bim>.
- AEC Magazine. 2018.** Magazine PDF download (April-May). *AECMagazine - Building Information Modelling (BIM) for Architecture, Engineering and Construction*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://www.aecmag.com/pdf/>.
- AECbytes. 2017.** AECOSim Building Designer CONNECT Edition. *AECbytes*. [Võrgumaterjal] Oktoober 2017. a. <http://www.aecbytes.com/review/2017/AECOSimBuildingDesignerCONNECT.html>.
- areo.io. 2016.** BIM Interoperability - is the industry sailing under false colors? *Areo blog*. [Võrgumaterjal] Juuni 2016. a. <http://blog.areo.io/bim-interoperability/>.
- AS Merko Ehitus Eesti. 2018.** BIM Peaprojekteerimine. *AS Merko Ehitus koduleht*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://merko.ee/merkost/tegevusvaldkonnad/bim-mudelprojekteerimine/bim-peaprojekteerimine/>.
- Autodesk Inc. 2018.** ANNOUNCING BIM 360 DESIGN, NEXT GENERATION DESIGN COLLABORATION FROM AUTODESK. *Convergence*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://projectdelivery.autodesk.com/blog/announcing-bim-360-design/>.
- . **2018.** BIM 360 API. *Autodesk Forge*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://developer.autodesk.com/en/docs/bim360/v1/overview/>.
- . **2018.** INTEROPERABILITY: FREQUENTLY ASKED QUESTIONS. *Autodesk*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <https://www.autodesk.com/solutions/bim/hub/interoperability-openbim-ifc>.
- . **2018.** The Forge Platform. *Autodesk Forge*. [Võrgumaterjal] Autodesk Inc, Mai 2018. a. <https://forge.autodesk.com/FAQ>.

BIM Task Group. 2016. Product Data Definition - A technical specification for defining and sharing structured digital construction product information. *bim-level2.org*. [Vörgumaterjal] Aprill 2016. a. http://bim-level2.org/globalassets/pdfs/product-data-definition_v2.pdf.

BSI. 2018. About BIM Level 2. *BIM Level 2*. [Vörgumaterjal] BSI, Mai 2018. a. <http://bim-level2.org/en/about/>.

—, **2018.** BIM level 2 Frequently Asked Questions. *BIM Level 2*. [Vörgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://bim-level2.org/en/faqs/>.

—, **2018.** BS 1192:2007+A2:2016. *BSI Group*. [Vörgumaterjal] 01 2018. a. <https://shop.bsigroup.com/ProductDetail?pid=000000000030335210>.

—, **2013.** PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. *BSI shop*. [Vörgumaterjal] 2013. a. <https://shop.bsigroup.com/Navigate-by/PAS/PAS-1192-22013/>.

Building and Construction Authority. 2017. Singapore VDC Guide. *CORENET*. [Vörgumaterjal] Oktoober 2017. a. https://www.corenet.gov.sg/media/2094675/singapore-vdc-guide_version1_oct2017.pdf.

BuildingSMART Finland. 2012. Common BIM Requirements 2012. *BuildingSMART Finland*. [Vörgumaterjal] Märts 2012. a. <https://buildingsmart.fi/en/common-bim-requirements-2012/>.

BuildingSMART. 2018. IFC Introduction. *buildingSMART International home of openBIM*. [Vörgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://www.buildingsmart.org/about/what-is-openbim/ifc-introduction/>.

buildingSMART. 2018. Technical Vision. *buildingSMART International home of openBIM*. [Vörgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://www.buildingsmart.org/standards/technical-vision/>.

Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. 2011. *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition*. s.l. : John Wiley & Sons, Inc, 2011.

CIC. 2018. Second Edition BIM Protocol Published. *CIC*. [Vörgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://cic.org.uk/news/article.php?s=2018-04-10-second-edition-bim-protocol-published>.

COBie Task Group. 2018. Construction Operations Building information exchange (COBie). *National Institute of Building Sciences*. [Vörgumaterjal] Aprill 2018. a. https://www.nibs.org/?page=bsa_cobie.

CPIC. 2011. CPiX Supplier IT assessment form. *CPIC*. [Võrgumaterjal] Veebruar 2011. a. <https://www.cpic.org.uk/cpix/cpix-supplier-it-assessment-form/>.

David Owens, Costain. 2018. The construction sector's interoperability challenge. *ice200 - Institution of Civil Engineers*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://www.ice.org.uk/news-and-insight/the-civil-engineer/april-2018/construction-interoperability-challenge>.

Digitaalehitus MTÜ. 2018. Digitaalehituse klaster. *e-difice*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <http://e-difice.com/digitaalehituse-klaster/>.

—. **2018.** e-difice. *Tarkvarade funktsionaalsuste kaardistamine*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1Tc5Q6vLRFS-tVKG_lukEQ5OZVimNXsdARtZb9JPhsyg.

Dropbox, Inc. 2018. Bring it all together with DBX Platform. *Dropbox Business*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <https://www.dropbox.com/business/solutions/platform>.

—. **2018.** Expanded partnerships give construction teams more ways to collaborate. *Dropbox Business*. [Võrgumaterjal] Märts 2018. a. <https://blogs.dropbox.com/business/2018/03/construction-team-collaboration/>.

Eesti Standardikeskus. 2016. Ehitusinformatsiooni modelleerimise (BIM) terminid. *Eesti Standardikeskus*. [Võrgumaterjal] 2016. a. <https://www.evs.ee/tooted/evs-928-2016>. EVS.

EU BIM Task Group. 2017. EU BIM Task Group - Handbook. *EU BIM Taskgroup*. [Võrgumaterjal] 2017. a. <http://www.eubim.eu/handbook/>.

Eve S. LIN, Robert ROITHMAYR, Simon K. CHIU., 2015. A Review of BIM Maturity for Tensile Membrane Architecture. *ResearchGate*. [Võrgumaterjal] 2015. a. https://www.researchgate.net/publication/282650955_A_Review_of_BIM_Maturity_for_Tensile_Membrane_Architecture?_sg=DMylWXaSJdZ7yWKF5bsSB0gykYErhJIAipDONjppbCTvxnf7S0iQ8XWGIfehWHAgnZHgeewMlw.

Fisher, Michael. 2018. 10 Essential Technologies. *Twitter*. [Võrgumaterjal] Jaanuar 2018. a. <https://twitter.com/Fisher85M/status/958418304774889478>.

Garage48 Foundation. 2018. Garage48 Digital Construction Hackathon kicked off with 110 participants from all around the world! *Garage48*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://garage48.org/blog/garage48-digital-construction-hackathon-to-change-the-construction-sector>.

Garage48. 2018. Garage48 was live — at Tallinna Tehnikaülikool. *Facebook: Garage48*. [Võrgumaterjal] 8. Aprill 2018. a. <https://www.facebook.com/Garage48/videos/10155068800607142/>.

Gravicon EE. BIM definitsioon. *Gravicon.* [Võrgumaterjal] <http://www.gravicon.ee/BIMest.html>.

Hendrik Park, Reino Rass, Marika Utkin, Hillar Joon, Mihkel Kaesveld. 2018. Novarc in Garage48 with Novateam: Common Data Environment for Project Delivery. *Novarc Group.* [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://novarc.ee/2018/04/novarc-in-garage-48-with-novateam-common-data-environment-for-project-delivery/>.

Hertzman, Nick. 2018. Countdown to Human-Free Construction in Less Than 10 Years. *For Construction Pros.* [Võrgumaterjal] Jaanuar 2018. a. <https://www.forconstructionpros.com/profit-matters/article/20987766/countdown-to-humanfree-construction-in-less-than-10-years>.

—. **2018.** Countdown to Human-Free Construction in Less Than 10 Years. *For Construction Pros.* [Online] Jaanuar 2018. <https://www.forconstructionpros.com/profit-matters/article/20987766/countdown-to-humanfree-construction-in-less-than-10-years>.

Hillar Joon, Hendrik Park, Marika Utkin, Reino Rass. 2018. Novateam 90-sec pitch. Tallinn : Novarc Group AS, 2018. a.

Holden, Bill. 2018. The three C's of BIM. *LinkedIn.* [Võrgumaterjal] 1. Mai 2018. a. [Tsiteeritud: 1. Mai 2018. a.] <https://www.linkedin.com/pulse/three-cs-bim-bill-holden/>.

Holzer, Dominik. 2016. *The BIM Manager's Handbook: Guidance for Professionals in Architecture, Engineering, and Construction.* s.l. : John Wiley & Sons, Inc, 2016.

JBknowledge Inc. 2017. 2017 Construction Technology Report. *JBKnowledge.* [Võrgumaterjal] 2017. a. <https://jbknowledge.com/2017-construction-technology-report-survey>.

Jowett, Glenn. 2013. Collaboration Defined. *AUGI.* [Võrgumaterjal] Autodesk User Group International, Oktoober 2013. a. <https://www.augi.com/articles/detail/collaboration-defined>.

Jüri Rass, Lauri Leet. 2017. Jüri Rass: digiehituse rong on läinud liikuma. *Ehitusuudised.ee.* [Võrgumaterjal] Äripäev AS, 3. November 2017. a. [Tsiteeritud: 3. Mai 2018. a.] <http://www.ehitusuudised.ee/uudised/2017/11/03/juri-rass-digiehituse-rong-on-lainud-liikuma>.

KPMG. 2017. Waiting for the technology breakthrough. *KPMG.* [Võrgumaterjal] 2017. a. <https://home.kpmg.com/xx/en/home/insights/2017/10/waiting-for-the-technology-breakthrough.html>.

McPartland, Richard. 2018. BIM Levels explained - Definitions for levels of BIM maturity from Level 0, through Level 1, Level 2 and Level 3 and beyond. *NBS.* [Võrgumaterjal] Märts 2018. a. <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-levels-explained>.

- McPhee, Antony. 2015.** practical BIM - Practical tips on making BIM work. *Procuring BIM - PAS 1192-2 and acif PTI*. [Võrgumaterjal] Juuli 2015. a. <http://practicalbim.blogspot.com/2015/07/procuring-bim-pas-1192-2-and-acif-pti.html>.
- Microsoft Corporation. 2016.** 3 urgent truths about cloud computing in a mobile world. *Microsoft*. [Võrgumaterjal] 2016. a. <https://products.office.com/en-us/business/articles/3-urgent-truths-about-cloud-computing-in-a-mobile-world-in-2016>.
- . **2018.** Enable your workforce to do more with files in the cloud. *OneDrive for Business*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <https://products.office.com/en-us/onedrive-for-business/apps-that-work-with-onedrive>.
- Microsoft. 2017.** Journey to Success with Microsoft Teams. *Microsoft TechNet*. [Võrgumaterjal] Oktoober 2017. a. <https://blogs.technet.microsoft.com/skypehybridguy/2017/10/24/journey-to-success-with-microsoft-teams/>.
- MKM Ehitus- ja elamuosakond. 2018.** *MKM Ehitus- ja elamuosakonna materjalid*. Tallinn : Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 2018. a.
- MKM. 2017.** Ehituse asestantsleriks sai Jüri Rass. *Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium*. [Võrgumaterjal] Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium, 27. Juuni 2017. a. [Tsiteeritud: 3. Mai 2018. a.] <https://www.mkm.ee/et/uudised/ehituse-asestantsleriks-sai-juri-rass>.
- N.J.H CAD services LTD. 2018.** BIM. *N.J.H CAD services LTD*. [Võrgumaterjal] N.J.H CAD services LTD, Mai 2018. a. http://njhcadservices.co.uk/?page_id=32.
- NBS. 2018.** National Construction Contracts and Law Report 2018. *NBS*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://www.thenbs.com/knowledge/national-construction-contracts-and-law-report-2018>.
- . **2017.** NBS National BIM Report 2017. *NBS*. [Võrgumaterjal] Mai 2017. a. <https://www.thenbs.com/knowledge/nbs-national-bim-report-2017>.
- . **2018.** The easy way to define who is doing what and when on your BIM Level 2 projects. *NBS BIM Toolkit*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://toolkit.thenbs.com/>.
- . **2018.** The National BIM Report 2018. *NBS*. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <https://www.thenbs.com/knowledge/the-national-bim-report-2018>.
- Nemetschek Group. 2018.** Nemetschek Group. [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <https://www.nemetschek.com/en/>.
- Novateam. 2018.** Tallinn : s.n., 2018. a.

- Noves, Valentin. 2017.** About Interoperability. *novesvalentin.wordpress.com*. [Võrgumaterjal] Jaanuar 2017. a. <https://novesvalentin.wordpress.com/2017/01/06/about-interoperability/>.
- PNL OÜ. 2016.** Level-2 BIM Suurbritannias. *Gravicon EE*. [Võrgumaterjal] Märts 2016. a. <http://gravicon.ee.blogspot.com/2016/03/level-2-bim-suurbritannias.html>.
- ProjectReady. 2018.** ProjectReady . *ProjectReady* . [Võrgumaterjal] Mai 2018. a. <http://www.project-ready.com/>.
- Read, Phil. 2018.** IoT-enabled BIM asset data management. *BIMToday*. [Võrgumaterjal] Jaanuar 2018. a. <https://www.pbctoday.co.uk/news/bim-news/iot-enabled-bim-asset-data-management/38172/>.
- Riigi Kinnisvara AS. 2018.** Tehnilised nõuded mitteeluhoonetele 2017 (OSA 16 – BIM). *Riigi Kinnisvara*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <http://rkas.ee/parim-praktika/tehnilised-nouded-mitteeluhoonetele>.
- Scottish Futures Trust. 2018.** Level 1 Standards. *Building Information Modelling*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/page/standards-level-1>.
- . **2018.** Level 2 Standards. *Building Information Modelling - Scottish Futures Trust*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. <https://bimportal.scottishfuturestrust.org.uk/page/standards-level-2>.
- Stefan Mordue, Paul Swaddle, David Philp. 2015.** *Building Information Modeling For Dummies*. 2015.
- . **2015.** *Building Information Modeling For Dummies*. 2015.
- ThoughtFarmer. 2018.** What Collaboration Really Means. *ThoughtFarmer*. [Võrgumaterjal] Märts 2018. a. <https://www.thoughtfarmer.com/blog/what-collaboration-really-means/>.
- Usesoft AS. 2016.** *Projekteerimistarkvara ja BIM tehnoloogia kasutuse uuring 2016*. Tallinn : Usesoft AS, 2016.
- VIATechnik LLC. 2018.** SOFTWARE COMPATIBILITY. *VIATechnik LLC*. [Võrgumaterjal] VIATechnik LLC, Mai 2018. a. <https://www.viatechnik.com/resources/software-compatibility/>.
- Wikipedia. 2018.** Trimble (company). *Wikipedia*. [Võrgumaterjal] Aprill 2018. a. [https://en.wikipedia.org/wiki/Trimble_\(company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Trimble_(company)).
- WRNSSTUDIO. 2012.** Pushing the Envelope with BIM. *WRNSSTUDIO*. [Võrgumaterjal] Aprill 2012. a. <https://www.wrnsstudio.com/stewardship/pushing-the-envelope>.

LISAD

LISA 1 – Digitaalehituse klatri analüüsitavate tarkvarade nimekirja väljavõte

(Digitaalehitus MTÜ, 2018)

| | | | |
|---------------------|---|-----------------------|---|
| Abvent Suisse | Artlantis Studio | Datacomp sp. | BIMVision |
| Act-3D, B.V. | Lumion | Dropbox Inc | Dropbox |
| Advent | Twinmotion | FieldWireLabs Inc | Fieldwire |
| Autodesk Inc | AutoCAD mobile | Glodon Group | MagiCad for AutoCAD |
| Autodesk Inc | BIM 360 Document Management | Glodon Group | Magicad for Revit |
| Autodesk Inc | Recap Pro | Google Inc | Drive |
| Autodesk Inc | BIM 360 Glue | KUBUS BV | BIMcollab ZOOM |
| Autodesk Inc | BIM 360 Design | KUBUS BV | BIMcollab |
| Autodesk Inc | Design Review | Kymdata | CADS Electric |
| Autodesk Inc | DWG TrueView | Menhirs NV | Bricsys 24/7 |
| Autodesk Inc | Navisworks S/M | Microsoft Corporation | OneDrive |
| Autodesk Inc | BIM 360 Build | Microsoft Corporation | Project |
| Autodesk Inc | Revit | Microsoft Corporation | SharePoint |
| Autodesk Inc | Revit Viewer | Microsoft Corporation | Planner |
| Autodesk Inc | Navisworks Freedom | Microsoft Corporation | Teams |
| Autodesk Inc | Recap | Nemetschek Group | Graphisoft BIMx |
| Autodesk Inc | Viewer | Nemetschek Group | Revu eXtreme |
| Autodesk Inc | AutoCAD | Nemetschek Group | Solibri Model Checker |
| Autodesk Inc | Robot Structural Analysis PRO | Nemetschek Group | Solibri Model Viewer Free/Pro |
| Autodesk Inc | Revit Live | Nemetschek Group | Archicad |
| Autodesk Inc | Infraworks | Nemetschek Group | Archicad Demo Mode |
| Autodesk Inc | FormIt | Nemetschek Group | Allplan |
| Autodesk Inc | Dynamo | Niini&Rauam | NiiniPlus |
| Autodesk Inc | AutoCAD Civil 3D | ownCloud | ownCloud Enterprise |
| Autodesk Inc | 3ds Max | PlanGrid Inc | PlanGrid |
| Bauhub OÜ | Bauhub | Slack Technologies | Slack |
| Bentley Systems inc | Navigator | Softbuilder OÜ | Softbuilder |
| Bentley Systems inc | ProjectWise | Trello, Inc | Trello |
| Bentley Systems inc | LumenRT | Trimble Solutions co | Connect |
| Bevelity, S.L. | CL3VER | Trimble Solutions co | Field3D |
| BIM Track TM | BIM Track | Trimble Solutions co | Tekla BIMSight |
| Catenda AS | bimsync | Trimble Solutions co | SketchUP |
| Dalux | Dalux Field | Trimble Solutions co | Tekla Structures |
| Dalux | BIM Viewer | Vizerra | Revizto |

LISA 1. Digitaalehituse klatri magistratöösse kaasatud tarkvarade nimekirja väljavõte (Digitaalehitus MTÜ, 2018)

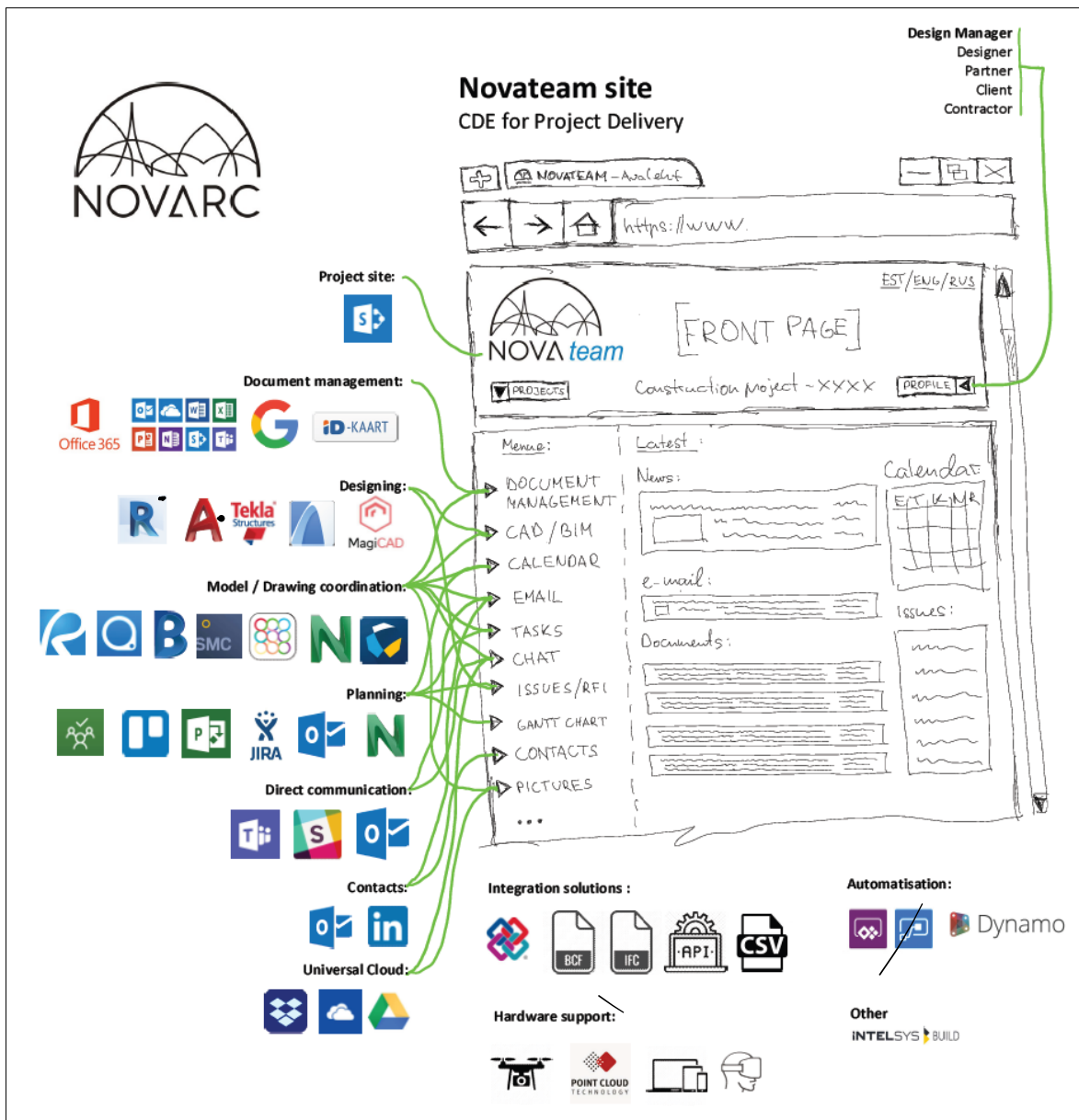
LISA 2 – Digitaalehituse klatri tarkvarade funktsionaalsuse andmetabeli väljavõte

| Põhivalkond | Toetatud platvormid | Sisseehitatud projektipank (3 varianti) |
|--------------------|---|---|
| Projekteerimine | Projektiühitmine | Univers. failitugi? |
| Visual / punktiliv | Windows | Desktop sync |
| Haidustarkvara | Windows (app) | Elementr. |
| Projektipank | Apple macOS | Pohjalik |
| | iPhone | Logifail |
| | iPad | Taaste |
| | Android | Versiooni - |
| | Tävelarv. | haldus ja võrdlus |
| | Veebiraaken. | Sisu võrdlus |
| | Üksnes plugin? | Muu |
| | Remote töökesk. | |
| | AutoCAD | |
| | Revit | |
| | Navisworks | |
| | Solidr | |
| | BIM 360 / A360 | |
| | Tekla Structur. | |
| | ArchicAD | |
| | Sketchup | |
| | SharePoint | |
| | MS Office | |
| | Muu | |
| | OneDrive | |
| | Dropbox | |
| | G.Drive | |
| | Plive - pangad | |
| | Sisseehitatud integratsioon / pistikprogrammide olemasolu | |
| | Operatsioonisüsteem / platvorm | |

| Tegevused konkreetsete ehitusvaldkonnas enim levinud failitüüpidega (3 taset) | | |
|---|------------------------|---------------------|
| 1) Sisseehitatud vaatur- / sisuline kaasamis- funktsioon | 2) Loomine ja muutmine | 3) Eksport formaati |
| 2D | 2D | 2D |
| 3D | 3D | 3D |
| DWG | DWG | DWG |
| PDF | PDF | PDF |
| DXF | DXF | DXF |
| DOCX | DOCX | DOCX |
| XLSX | XLSX | XLSX |
| CSV | CSV | CSV |
| RVT | RVT | RVT |
| PLN/PLA | PLN/PLA | PLN/PLA |
| SKP | SKP | SKP |
| DWG / DWG | DWG | DWG / DWG |
| NWD / NWC | NWC/NWD | NWC/NWD |
| 3D PDF | 3D PDF | 3D PDF |
| BCF | BCF | BCF |
| LandXML | LandXML | LandXML |

LISA 2. Digitaalehituse klatri andmetabeli põhiparameetrite päise osaline väljavõte. Terviklik andmetabel on kättesaadav kasutatud kirjanduse viitelt (Digitaalehitus MTÜ, 2018)

LISA 3 – Garage48 eelselt meeskonna ideed tutvustav graafiline eskiis



LISA 3. Novateam ideed tutvustav visuaalne eskiislahendus (Hendrik Park, 2018)

LISA 4 – Garage48 eelselt meeskonna ideed tutvustav reklaamtekst



COMMON DATA ENVIRONMENT FOR PROJECT DELIVERY

Garage48 and Estonian Digital Construction Cluster have teamed up in order to get the brightest minds together to hack a full weekend and come up with changemaking ideas. We have one very good idea!

Idea

The participants of the construction project have a simple and user-friendly environment for the realization of the project. All project data is available in a common data environment. Based on permissions, a team member (design manager, designer, partner, client, contractor etc.) can access the data flow: project documentation, models, referred external data bases. Within the environment the design project manager can issue tasks and check execution thereof. It also is a communication platform (in text, speech and video) for the exchange of current information between project parties vis-à-vis and in groups.

Target group

Design company

Principles

- Common Data Environment (CDE)
- Integrated technologies and modular system;
- Context based (information links directly to source)
- Mobile (usable in different devices)

Technology

The environment is based on a combination of existing technologies and integration of data flow, thus creating a common data environment (CDE).

Who are we looking for?

We look forward to our team especially IT architects and developers with experience in developing / deploying various applications in MS Sharepoint. Knowledge of construction industry software and the features of compatibility would be useful. We also welcome people who can help to design the product and do the marketing. The event will take place on 6 to 8 April 2018 in Tallinn University of Technology. For further information and registration see [Garage48](#)

LISA 4. Garage48 eelnevalt Novateam ideed veebis tutvustada aidanud infomaterjal (Hendrik Park, 2018)

LISA 5 – Garage48 eelselt koostatud Novateam müügikõne

Hi, I am Hillar Joon from Novateam.

We come from an architectural and consulting engineering company Novarc where we deal with development and implementation of digital solutions into our technologies, both design and project management.

In our business operations the biggest problem is sharing right and due information within the project team and the other parties involved. The lack of information causes confusion, but in the worst case also the additional cost of time and resources.

Timely and undistorted information flow would help to resolve this problem. Our idea is by using existing IT solutions, bring together all project information flows into a common data environment (CDE). A member of the team can access all project documents, models and linked external databases through the portal, according to the rights granted to him. In this environment also communication between the project team can take place, including sharing tasks and controlling the execution.

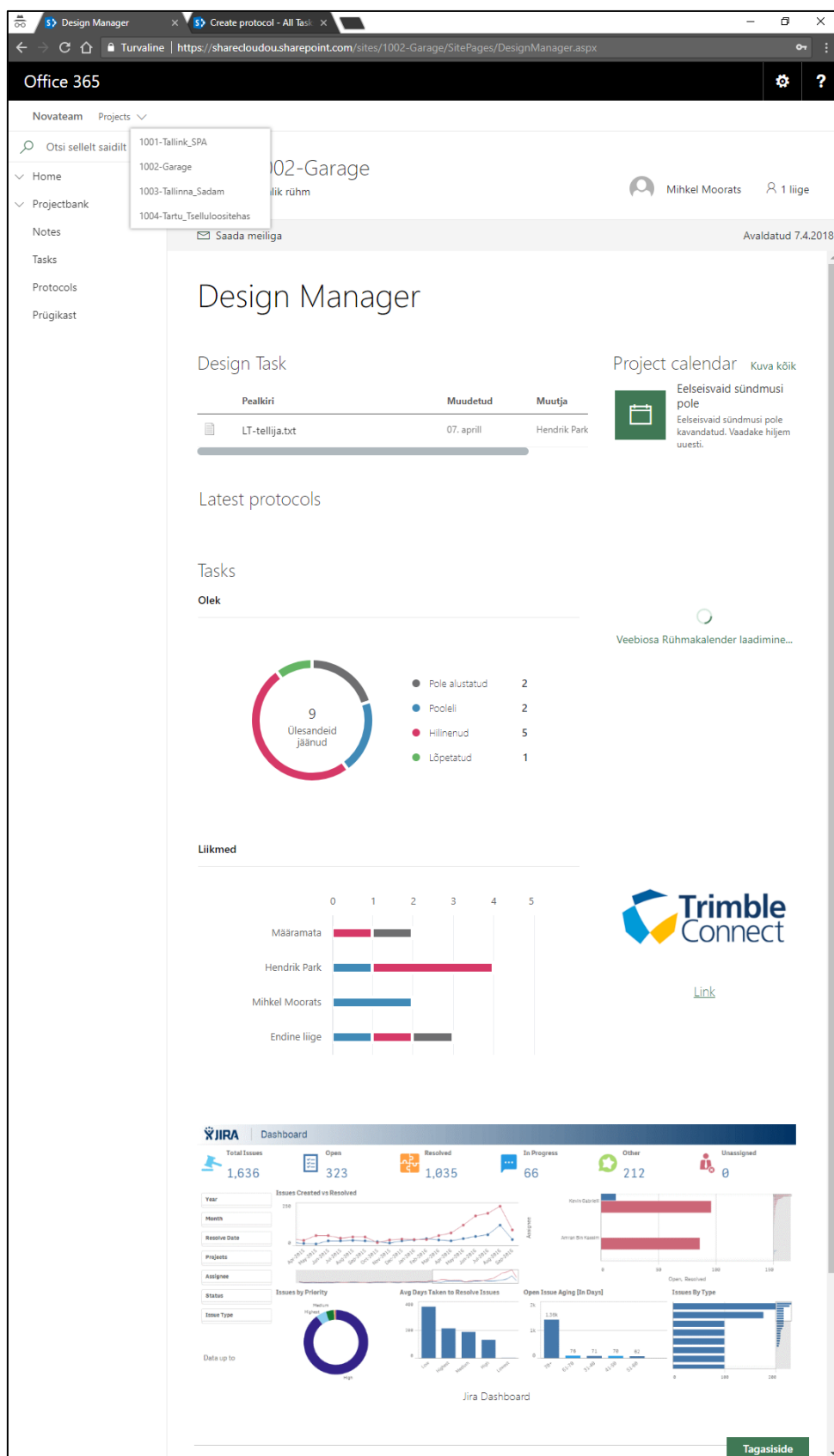
We create a web-based data environment for seamless Project Delivery, which can be tailored to suit every business and each specific project. The product would be universal and easily accessible on the Internet as it is compatible with the most commonly used softwares, available on the market.

For product development and deployment, we will launch a start-up that includes developers, support service providers and a marketing team. Revenues will be generated from subscriptions on usage of the technically pre-embedded platform with fixed principles of behavior. After that, subsequent support services as well as tailor-made additional interfaces/solutions will be provided.

We look forward to our team especially IT architects and developers with experience in developing / deploying various applications in MS Sharepoint. Knowledge of construction industry software and the features of compatibility would be useful. We also welcome people who can help to design the product and do the marketing.

LISA 5. Garage48 alguses esitatud Novateam ideed tutvustanud 90-sec müügikõne, pitch, eesmärgiga meeskonna idee valideerimine ja seejuures edasipääsu tagamine (Hillar Joon, 2018)

LISA 6 – Novateam funktsionaalsus (projekteerija avaleht)



LISA 6. Garage48 raames valminud Novateam prototüüp (projekteerija vaade) (Novateam, 2018)

LISA 7 – Novateam funktsionaalsus (ehitaja avaleht)

Office 365

Novateam Projects

Otsi sellelt saidilt

Home

Design manager

Contractor

Client

Designer

Projectbank

Notes

Tasks

Protocols

Prügikast

1002-Garage

Avalik rühm

Mihkel Moorats 1 liige

Saada meiliga

Avaldatud 7.4.2018

Latest documents

Kuva kõik

Site Camera

Tallinna Tehnikaülikool

Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, Eesti

Still photos

Calendar

Kuva kõik

Eelseisvaid sündmusi pole

Eelseisvaid sündmusi pole kavandatud. Vaadake hiljem uuesti.

Plan a meeting

08.04

Hendrik Park

Issue

To do

dfghj

wee.docx

Mihkel Moorats

First floor plan concept

21.04

Review sketch

11.04

Endine liige

new task here

17.04

Hendrik Park

Kuva lõpetatud 1

Meeldib

Kommentaari

Tagasiside

LISA 7. Garage48 raames valminud Novateam prototüüp (ehitaja vaade) (Novateam, 2018).

LISA 8 – Novateam funktsionaalsus (protokolli loomise keskkond)

Office 365

BROWSE

Home EDIT LINKS

Search this site

NOVA team Create protocol

Protocol nr 65

| | |
|------------------------|------------------------|
| Object: | 1002-Garage48 |
| Customer: | Innfomaja OY |
| Authorized person: | Juhan Puusaag |
| Projectmanager: | Mati Mets |
| Meeting date and time: | Start time End time |
| Meeting location: | Protocol location |

Project team

+ Add new member

| Name and jobtitle | Company | Phone/e-mail | Participated |
|--|------------------|---|--------------------------|
| Mihkel Sharepoint Office365 Developer | ShareCloud OÜ | +372 56 299 558 mihkel@sharecloud.ee | <input type="checkbox"/> |
| Tormi Mür Eelarvestaja | Nordecon AS | +372 50 70 386 Tormi.Muur@nordecon.com | <input type="checkbox"/> |
| Jüri Sass Projektijuht | Tallinna Vesi AS | +372 51 58 4862 jyri@vesi.ee | <input type="checkbox"/> |
| Hendrik Park Projektijuht | Novarc Group AS | +372 58 163 712 hendrik.park@novarc.ee | <input type="checkbox"/> |
| Lauri Saar Tellija | Inveerija abc | +372 506 6484 lauri@abc.ee | <input type="checkbox"/> |

+ new task Print to Word ID-KAART

All Tasks All Calendar ... Find an item

| ✓ | ID | Task Name | Due Date | Assigned To | % Complete | Discipline |
|--------------------------------------|----|--|----------------|---|------------|-----------------------|
| Task Status : Completed (1) | | | | | | |
| | 1 | Yes 1-floor plan | ... April 10 | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 100 % | Construction |
| Task Status : Not Started (6) | | | | | | |
| | 3 | No Pöörduks | ... | | 0 % | Architecture |
| | 6 | No testtask | ... | | 0 % | Architecture |
| | 7 | No Proovimine | ... April 8 | <input type="checkbox"/> Hendrik Park | | Architecture |
| | 5 | No Construction preparation | ... Friday | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 0 % | Construction |
| | 2 | No task to designer | ... 3 days ago | <input type="checkbox"/> Mihkel Moorats | 0 % | Interior architecture |
| | 4 | No Meetings will continue on Tuesdays 10:00 in Tallink SPA | ... April 11 | <input type="checkbox"/> Tanel Vähk | 0 % | Organizational |

LISA 8. Novateam prototüüp ja selles koosolekute protokolli loomine (Novateam, 2018).

LISA 9 – Garage48 lõpukõne Novateam prototüübi esitlemiseks

Introduction=15s

+ Problem=10s

Hi, I am XXXX from NOVAteam and we are a bunch of engineers.

We have solved the biggest problem in the industry- we don't control the information flow, that's why the projects are over deadline and over budget.

Solution=80s

Our solution is centralized platform for information management for all parties with different software.

As you can see, we have personalized views for different roles in the project.

We already have working solution for meeting protocol management with a possibility to digitally sign it.

Secondly, we can give different tasks to different parties, that are tied to project main timeline and it's connected with their personal calendar.

The best part of the platform is that it is very easy to get list of drawings with hyperlinks to up to date documents regardless if you have opened old list or the latest one. In our platform project manager must validate the drawing before publishing them to contractor. If it is not validated, it cannot be used.

With only two days of work we already have a very positive feedback from other 6 companies that they can save their time 10-20%. Just imagine what we can still accomplish.

Competition, other solutions=30s

The truth is, that everybody are using different software.

The best part is that everybody can use their existing software and they are integrated to our platform.

Business model=20s

So how do we make money?

Last year in Europe where given over 100 000 building permits.

Our business model is to charge a monthly fee an estimate revenue over 1 million euros a year.

Team=10s

Our team is motivated and one of the best experts from the designer and contractor side. Of course, we have the best superpowered IT specialist. We will change the industry better.

Thank you.

LISA 9 Garage48 lõpuürituse tarbeks koostatud Novateam prototüüpi tutvustava teksti väljavõte (Novateam, 2018).

LISA 10 – Garage48 ürituse fotod



Garage48 lõpuürituse foto (Ken Mürk, 2018).



Garage48 meeskond Novateam ühispilt (pildil ei ole kõik osalised) (Ken Mürk, 2018).

Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Mina, Hendrik Park,
(*autori nimi*)
sünniaeg 29.07.1988,

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda koostatud lõputöö

Ühtne infokeskkond projekteerimisprotsessi läbiviimiseks – Infotehnoloogiline vaade,
(*lõputöö pealkiri*)

mille juhendaja(d) on Kaarel Sahk,
(*juhendaja(te) nimi*)

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor _____
(*allkiri*)

Tartu, 25.05.2018
(*kuupäev*)

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(*juhendaja nimi ja allkiri*)

(*kuupäev*)
